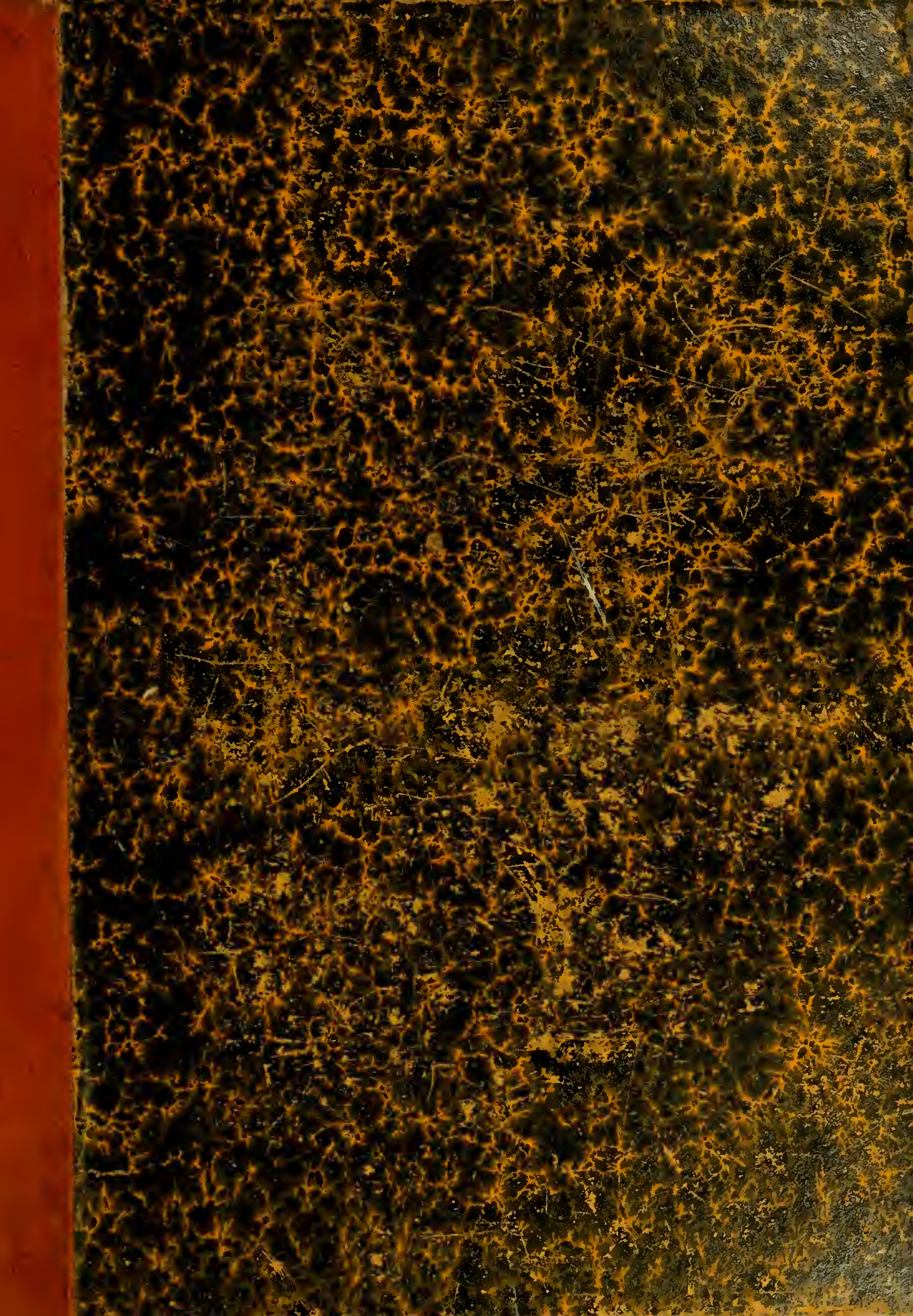
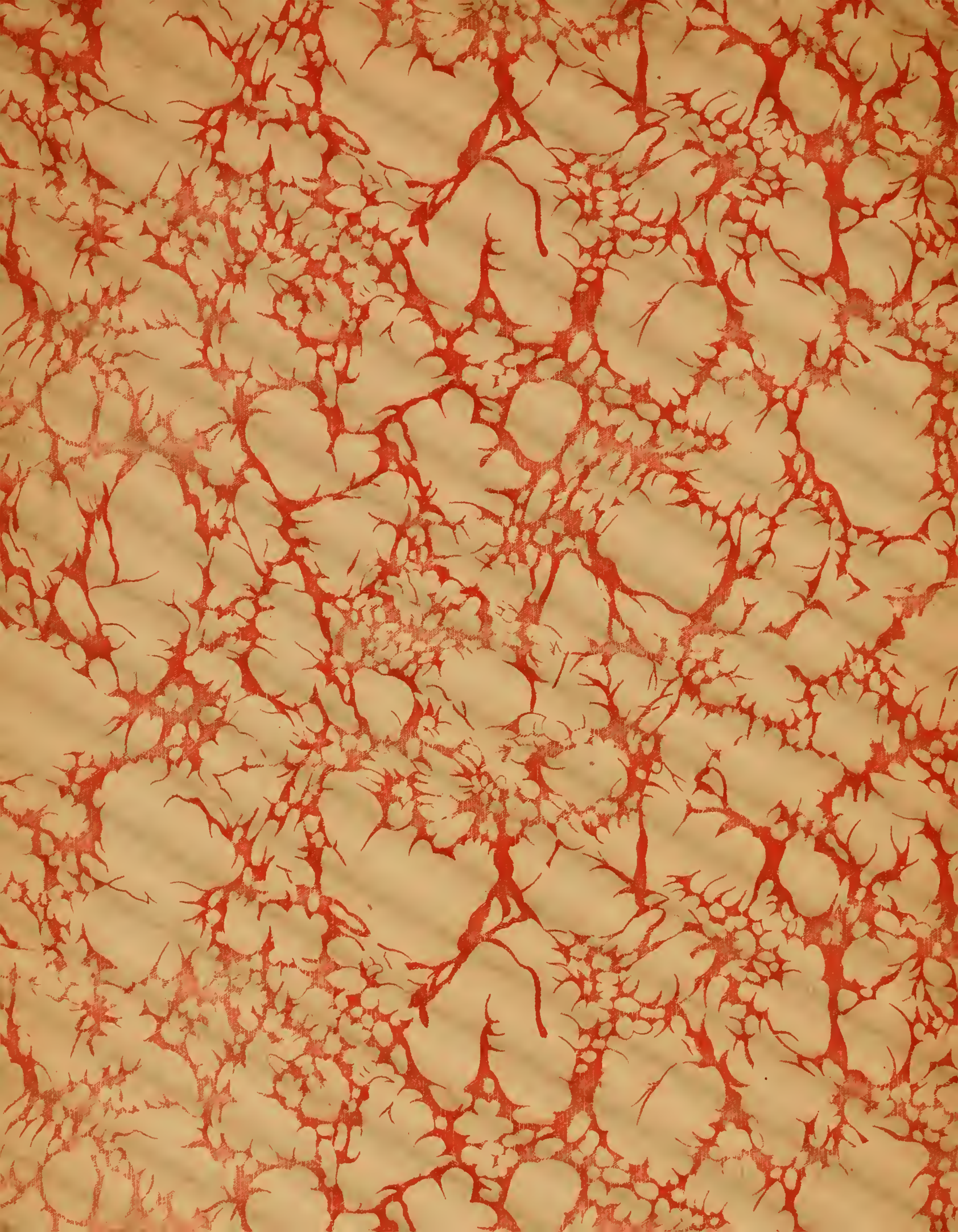
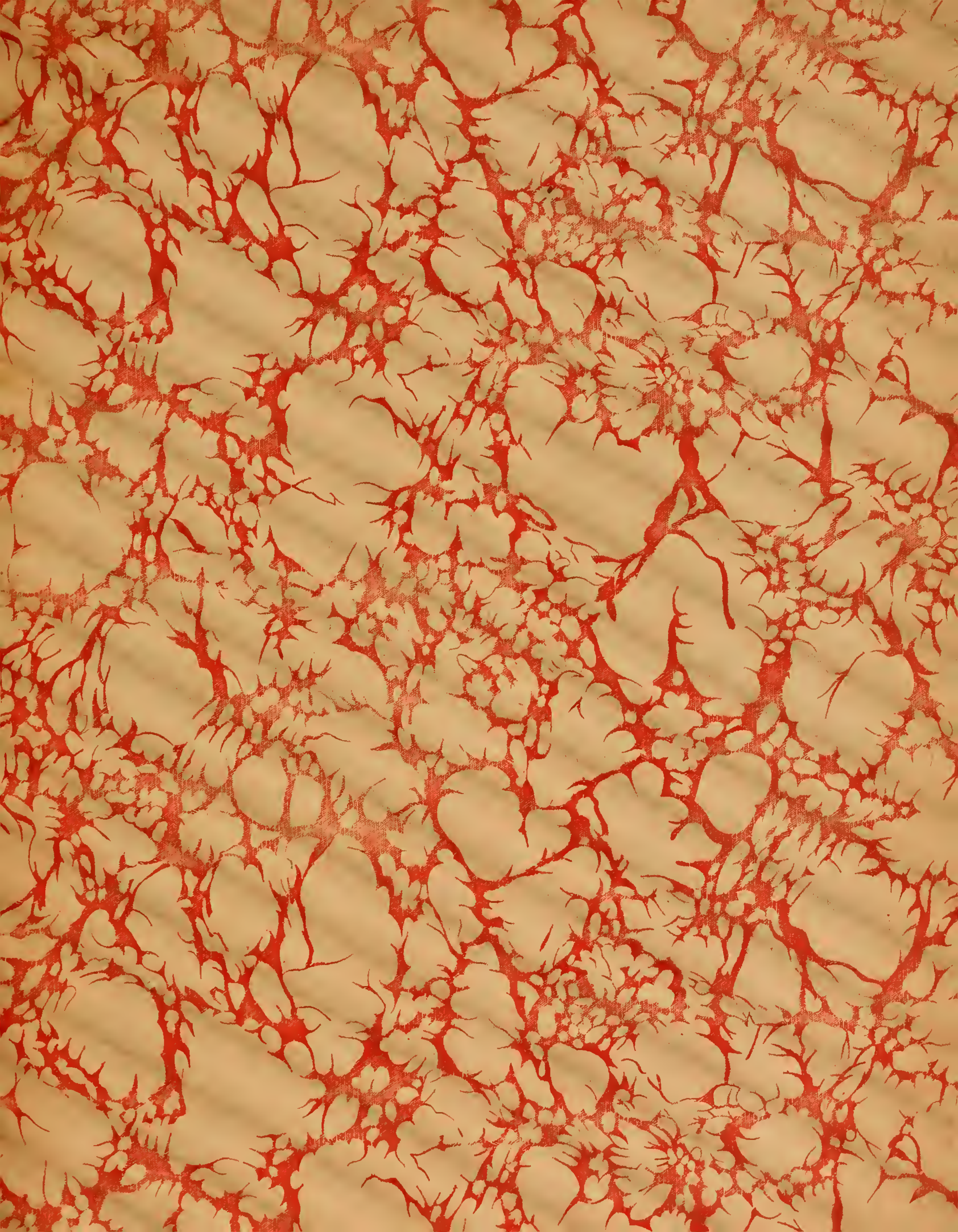






COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET Cie, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-SOIXANTE-CINQUIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1917.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS et Cie, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1917

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 2 JUILLET 1917.

PRÉSIDENCE DE M. A. D'ARSONVAL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE DES SEMI-FLUIDES. — *Équilibre-limite (par détente), contre un mur vertical qui commence à se renverser, d'une masse sablonneuse dont la surface supérieure plane a une déclivité atteignant presque celle de terre coulante.* Note de M. J. Boussinesq.

I. J'ai considéré, dans une Note du 18 juin [1], l'équilibre-limite d'une paroi rugueuse verticale, mobile en charnière autour de sa base, soutenant un massif sablonneux d'un angle uniforme *donné* de frottement tant intérieur qu'extérieur, et dont le profil supérieur montant a une déclivité ω également *donnée*. Pour déterminer par approximation la composante normale P (par unité d'aire), en jeu dans la rotation, de la poussée-limite qu'exerce le sable contre la paroi, j'ai pu intercaler idéalement ce massif

[1] *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 929.

réel entre divers massifs *fictifs* de mêmes figure et poids spécifique Π que lui, et résistant, l'un, plus, les autres, moins, que lui à l'éboulement, mais dans chacun desquels un coin sablonneux contigu à la paroi (avec pointe en haut), d'une ouverture angulaire δ, avait son angle de frottement, φ', variable entre une plus forte valeur Φ existant sous la paroi (généralement autre que l'angle φ_1 de frottement extérieur) et la valeur constante, φ, relative à la face d'entrée du coin et au reste (homogène) du massif.

Dans chacun de ces massifs fictifs, l'angle δ d'ouverture du coin (ou *champ d'hétérogénéité*), un autre angle, ω', dont δ dépend, un troisième angle, ε, mesurant l'*amplitude de l'hétérogénéité*, enfin, la relation du frottement extérieur au frottement intérieur sous la paroi, sont définis par les formules (1) et (2) de la Note citée :

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &\delta = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} - \frac{\omega' - \omega}{2}, \qquad \frac{\sin\omega}{\sin\varphi} = \sin\omega', \qquad \frac{\sin\varphi}{\sin\Phi} = \cos\varepsilon, \\ &\frac{\sin\varphi_1}{\sin\Phi} = \cos(\varphi - \varphi_1 + 2\delta - \varepsilon). \end{aligned}\right.$$

D'ailleurs, les composantes normales P des poussées exercées par unité d'aire sur la paroi, à la profondeur verticale r sous le *bord* (ou bas) du talus, ont l'expression $k\Pi r$, où k désigne un certain coefficient, fonction des angles ω, φ, Φ, φ_1 et, par conséquent, différent suivant le massif fictif considéré. J'appelle, en particulier : 1° k_0, sa valeur la plus faible, relative au massif fictif plus résistant à l'éboulement que le massif réel et où, pour cela, φ, φ_1 sont pris égaux à l'angle de frottement connu de ce massif réel; 2° k, sa valeur particulière relative au massif fictif moins résistant à l'éboulement que le massif réel et où les calculs sont presque aussi simples que pour k_0, vu qu'on y a, comme pour k_0, $\varphi_1 = \varphi$, $\varepsilon = \delta$, mais où c'est Φ qui est fait égal à l'angle connu de frottement du massif réel; 3° enfin, k', sa valeur pour les autres massifs fictifs moins résistants que le massif réel, avec Φ encore égal à l'angle connu de frottement du massif réel, mais avec φ, φ_1 (ou δ, ε) variables en fonction l'un de l'autre.

Dans ce dernier cas, la seule valeur k' qu'il y ait à retenir, quand on a pu la calculer, est la *valeur minimum*, la plus rapprochée possible de k_0 et dont la combinaison avec k_0, par voie de moyenne arithmétique entre les deux, constitue la meilleure approximation à notre portée du nombre K qui, en multipliant Πr, donne la composante normale P de la poussée limite du massif *réel*. Les formules (4) et (7) de la Note citée sont respectivement,

pour ces coefficients caractéristiques k_0, k, k' :

$$(2)\qquad (\text{pour } \varphi_1 = \varphi \text{ ou } \varepsilon = \delta) \qquad (k_0, k) = \frac{\cos\omega \cos\varphi \cos^2(\varphi + \delta)}{\cos(\omega - \delta)\cos(\varphi - \delta)},$$

$$(3)\quad k' = \frac{\cos\omega \sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi - \omega' + \omega}{2}\right)}{\cos\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi + \omega' + \omega}{2}\right)} \frac{\cos\varepsilon}{\cos(\varphi - \varepsilon)} [1 - \sin\Phi \cos(\omega' - \omega + \varepsilon)].$$

II. Cette Note du 18 juin a été consacrée au cas le plus simple et le plus important dans la pratique, celui du *terre-plein horizontal*, où ω, ω' s'annulent. Mais il restait un second cas simple, extrême (pour ainsi dire) et qui offre d'intéressantes particularités, savoir, celui d'un massif dont la déclivité ω est très peu inférieure à *l'angle de terre coulante*, qui ne l'excédera que d'une différence *donnée* α, censée négligeable à côté de sa racine carrée $\sqrt{\alpha}$. Je me propose de le traiter aujourd'hui.

Commençons par le calcul de k_0, où φ_1 et φ sont l'angle de frottement connu du massif homogène. On aura donc pour φ la somme des *deux données* ω, α; et l'on trouvera successivement :

$$\sin\omega \quad \text{ou} \quad \sin(\varphi - \alpha) = \sin\varphi - \alpha\cos\varphi;$$

$$\sin\omega' \quad \text{ou} \quad \frac{\sin\omega}{\sin\varphi} = 1 - \alpha\cot\varphi, \qquad \sin^2\omega' = 1 - 2\alpha\cot\varphi,$$

$$\sin^2\left(\frac{\pi}{2} - \omega'\right) = 2\alpha\operatorname{cotg}\varphi, \qquad \omega' = \frac{\pi}{2} - \sqrt{2\alpha\cot\varphi},$$

et enfin, d'après la première (1),

$$(4)\qquad \delta = \sqrt{\frac{\alpha}{2}\cot\varphi} - \frac{\alpha}{2} = (\text{sensiblement}) \sqrt{\frac{\alpha}{2}\cot\varphi}.$$

Par suite,

$$\cos(\varphi \pm \delta) = \cos\varphi \mp \delta\sin\varphi = \cos\varphi(1 \mp \delta\tan\varphi) = \cos\varphi\left(1 \mp \sqrt{\frac{\alpha}{2}\operatorname{tang}\varphi}\right).$$

Il vient donc, en observant que la petite différence $\alpha = \varphi - \omega$ est négligeable à côté de δ, ou que ω peut ici, dans (2), remplacer φ sans erreur sensible,

$$(5)\qquad k_0 = \left[\frac{\cos\omega\cos(\omega + \delta)}{\cos(\omega - \delta)}\right]^2 = \cos^2\omega\left(1 - 2\sqrt{2\alpha\operatorname{tang}\omega}\right).$$

De plus, la troisième formule (1), où $\varepsilon = \delta$, donne

$$\sin\Phi = \frac{\sin\varphi}{\cos\delta} = (\sin\varphi)\left(1 + \frac{\delta^2}{2}\right) = \sin\varphi + (\cos\varphi)\left(\frac{\delta^2}{2}\operatorname{tang}\varphi\right) = \sin\left(\varphi + \frac{\delta^2}{2}\operatorname{tang}\varphi\right),$$

ou bien, vu finalement (4),

$$\Phi = \varphi + \frac{\delta^2}{2}\operatorname{tang}\varphi = \varphi + \frac{\alpha}{4} = \varphi + \frac{1}{4}(\varphi - \omega).$$

En retranchant ω de part et d'autre, il vient donc, pour relier $\Phi - \omega$ à $\varphi - \omega$, la formule simple

$$(6) \qquad \Phi - \omega = \frac{5}{4}(\varphi - \omega) \qquad \text{ou} \qquad \varphi - \omega = \frac{4}{5}(\Phi - \omega).$$

III. La limite inférieure k_0 du coefficient cherché K étant ainsi exprimée par le dernier membre de (5), la limite *supérieure* k, que nous tirons également de l'hypothèse $\varphi_1 = \varphi$, s'obtiendra par les mêmes formules, mais où ce sera Φ, devenu différent et que nous appellerons Φ', qu'on fera égal à l'angle de frottement donné. Et il lui correspondra de nouvelles valeurs φ', α', δ', k, de φ, α, δ, k_0, reliées à ω et à Φ' de la même manière que φ, α, δ, k_0 le sont à ω et à Φ par les formules ci-dessus. On aura notamment, à raison de la dernière (6),

$$(7) \qquad \alpha' \text{ ou } \varphi' - \omega = \frac{4}{5}(\Phi' - \omega) = \frac{4}{5}\alpha, \qquad \delta' = \sqrt{\frac{\alpha'}{2}\cot\varphi'} = \sqrt{\frac{2}{5}\alpha\cot\omega},$$

$$k = (\cos^2\omega)\left(1 - 2\sqrt{2\alpha'\operatorname{tang}\omega}\right) = (\cos^2\omega)\left(1 - \frac{4}{\sqrt{5}}\sqrt{2\alpha\operatorname{tang}\omega}\right).$$

Enfin, la comparaison de la formule (5) de k_0 à celle-ci de k montre que

$$(8) \qquad \frac{k - k_0}{k_0} = \left(1 - \frac{2}{\sqrt{5}}\right) 2\sqrt{2\alpha\operatorname{tang}\omega} = (0,2111)\sqrt{2\alpha\operatorname{tang}\omega},$$

rapport de l'ordre de petitesse de $\sqrt{\alpha}$.

IV. Voyons maintenant ce que sera la limite supérieure k' la plus petite possible, exprimée par le minimum du second membre de (3). La parité des deux équations (1) qui définissent ε et le complément de ω' montre que, vu les petitesses de $\varphi - \omega$ et de $\Phi - \varphi$, ε s'exprimera en φ et Φ comme $\left(\frac{\pi}{2} - \omega'\right)$ s'est exprimé ci-dessus (II) en ω et φ. Il faudra donc faire tout à la fois, dans (3),

$$(9) \qquad \frac{\pi}{2} - \omega' = \sqrt{2(\varphi - \omega)\cot\varphi}, \qquad \varepsilon = \sqrt{2(\Phi - \varphi)\cot\Phi}.$$

Or Φ doit être, ici, pris égal à l'angle de frottement donné et la diffé-

rence $\Phi - \omega$ vaut précisément notre petite constante α. La variable indépendante φ, forcément comprise entre ω et Φ, ne changera qu'extrêmement peu.

Aussi, après avoir substitué $\cot\omega$ à $\cot\varphi$ et à $\cot\Phi$ dans (9), introduisons une variable indépendante μ plus commode que φ et destinée à varier de zéro à $\frac{\pi}{2}$, en posant

$$(10) \qquad \sqrt{\varphi - \omega} = \sqrt{\alpha}\sin\mu, \qquad \sqrt{\Phi - \varphi} = \sqrt{\alpha}\cos\mu.$$

Les deux relations précédentes (9) deviendront

$$(11) \qquad \omega' = \frac{\pi}{2} - \sqrt{2\alpha\cot\omega}\sin\mu, \qquad \varepsilon = \sqrt{2\alpha\cot\omega}\cos\mu.$$

En portant dans (3) ces valeurs de ω' et de ε, on observera que α, $\varphi - \omega$, $\Phi - \varphi$ sont négligeables devant $\sqrt{\alpha}$; ce qui permet, en particulier, de remplacer φ par ω. Le sinus de l'arc $\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi + \omega}{2} + \frac{\omega'}{2}\right)$ et les cosinus des deux arcs $\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi + \omega}{2} - \frac{\omega'}{2}\right)$ et $(\omega' - \omega + \varepsilon)$ vaudront respectivement

$$\cos\left(\omega \pm \sqrt{\frac{\alpha}{2}\cot\omega}\sin\mu\right), \qquad \sin\left[\omega + \sqrt{2\alpha\cot\omega}(\sin\mu - \cos\mu)\right],$$

ou bien

$$\cos\omega \mp \sin\omega\sqrt{\frac{\alpha}{2}\cot\omega}\sin\mu = (\cos\omega)\left(1 \mp \sqrt{\frac{\alpha}{2}\operatorname{tang}\omega}\sin\mu\right),$$

$$(\sin\omega)\left[1 + \cot\omega\sqrt{2\alpha\cot\omega}(\sin\mu - \cos\mu)\right].$$

D'ailleurs, $\cos(\varphi - \varepsilon)$ se transforme d'une manière analogue et $\cos\varepsilon$ se réduit à l'unité. Enfin, le facteur

$$1 - \sin\Phi\cos(\omega' - \omega + \varepsilon) \quad \text{ou} \quad 1 - \sin\omega\cos(\omega' - \omega + \varepsilon)$$

prend successivement les formes

$$1 - \sin^2\omega\left[1 + \cot\omega\sqrt{2\alpha\cot\omega}(\sin\mu - \cos\mu)\right] = \cos^2\omega\left[1 - \sqrt{2\alpha\operatorname{tang}\omega}(\sin\mu - \cos\mu)\right].$$

La formule (3) devient donc, en multipliant comme à l'ordinaire les facteurs voisins de l'unité,

$$(12) \qquad k' = \cos^2\omega\left(1 - 2\sqrt{2\alpha\operatorname{tang}\omega}\sin\mu\right).$$

La plus petite valeur de k' se produit pour $\mu = \frac{\pi}{2}$ ou pour $\varphi = \Phi$; elle est

$$(13) \qquad k'(\text{minimum}) = \cos^2\omega\left(1 - 2\sqrt{2\alpha\operatorname{tang}\omega}\right)$$

et se confond avec k_0, sauf erreur négligeable à côté de $\sqrt{\alpha}$.

La comparaison avec (8) donne donc, comme l'avait annoncé la fin (VII) de ma dernière Note,

$$\lim \frac{k' - k_0}{k - k_0} = 0. \tag{14}$$

Pour prévoir que la limite k_0 donnait *ici* une poussée beaucoup plus approchée que la limite k, il aurait suffi d'observer que l'angle effectif de frottement est accrû non seulement très peu [moins que du quart de α d'après (6)], mais aussi *dans un coin d'hétérogénéité très petit*, en devenant, pour k_0, φ' au lieu de φ; tandis qu'en devenant (pour k) Φ au lieu de φ, avec le Φ donné, il se trouve abaissé *dans tout le massif* et, presque partout, du cinquième de α d'après la première (7), c'est-à-dire au moins autant en moyenne, sinon beaucoup plus, qu'il avait été très localement surélevé pour k_0.

V. L'angle φ_1 du frottement extérieur se trouvait éliminé de (3). Mais il est bon de savoir comment il varie avec φ pendant que Φ a la valeur constante $\omega + \alpha$. C'est ce qu'apprendra la quatrième formule (1), où les quasi-annulations de δ, ε et $\varphi - \varphi_1 + 2\delta - \varepsilon$ exigent visiblement une différence $\varphi_1 - \varphi$ comparable à $\Phi - \varphi$ ou à $\Phi - \omega = \alpha$, c'est-à-dire négligeable à côté de $\sqrt{\alpha}$.

Remplaçons-y, d'une part, au premier membre, φ_1 par $\omega + (\varphi_1 - \omega)$ et Φ par $\omega + \alpha$; ce qui, changeant $\sin\varphi$ et $\sin\Phi$ en

$$(\sin\omega)[1 + (\varphi_1 - \omega)\cot\omega], \qquad (\sin\omega)(1 + \alpha\cot\omega),$$

donne, pour leur rapport,

$$1 + (\varphi_1 - \omega - \alpha)\cot\omega. \tag{15}$$

D'autre part, substituons dans le second membre, d'après la première (1), le complément de $\omega' - \omega$ à $\varphi + 2\delta$ et tenons compte des formules (11), en négligeant la différence $\varphi_1 - \omega$ comparativement à $\sqrt{\alpha}$. Ce second membre se trouve ainsi réduit à

$$\cos\left[\sqrt{2\alpha\cot\omega}(\sin\mu - \cos\mu)\right] = 1 - \alpha\cot\omega(\sin\mu - \cos\mu)^2.$$

Égalons-le à (15) et il viendra presque immédiatement

$$\varphi_1 - \omega = \alpha[1 - (\sin\mu - \cos\mu)^2] = 2\alpha\cos\mu\sin\mu,$$

ou, à raison des formules (10),

$$\frac{1}{2}(\varphi_1 - \omega) = \sqrt{(\Phi - \varphi)(\varphi - \omega)}. \tag{16}$$

Ainsi, *la demi-différence* $\frac{1}{2}(\varphi_1 - \omega)$ *est moyenne proportionnelle entre les deux intervalles partiels* $\Phi - \varphi$ *et* $\varphi - \omega$, *dont la somme est* $\Phi - \omega$ *ou* α.

Quand φ va de ω à Φ, cette demi-différence commence donc par dépasser $\varphi - \omega$, pour devenir égale à $\varphi - \omega$ au milieu de l'intervalle total, où φ_1 atteint son maximum Φ, et pour décroître ensuite jusqu'à zéro.

Le minimum de k' correspond à $\mu = \frac{\pi}{2}$, $\varphi = \Phi$, $\varphi_1 = \omega$; le frottement intérieur y est le plus grand possible, mais, le frottement extérieur, le plus petit possible. Quant à la limite supérieure particulière k, pour laquelle $\varphi_1 = \varphi$, les formules (16) et (10) y donnent $\sqrt{\varphi - \omega} = 2\sqrt{\Phi - \varphi}$, c'est-à-dire

$$\tang\mu = 2, \qquad \Phi - \varphi = \frac{1}{4}(\varphi - \omega) \qquad \text{et} \qquad \Phi - \omega = \frac{5}{4}(\varphi - \omega),$$

comme l'indiquait, du reste, la première équation (7) ou (6).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une méthode nouvelle de destruction des tissus pour la recherche de l'arsenic et l'examen de leurs cendres.* Note de MM. **Armand Gautier** et **P. Clausmann**.

L'un de nous a publié, en 1875, une méthode de destruction des matières animales dans les recherches médico-légales [1]. Elle permet de retrouver dans les organes (foie, muscles, estomac, sang, etc.) la presque totalité de l'arsenic qui y a pénétré criminellement ou qu'on ajoute comme contrôle, tandis que les modes de destruction antérieurs faisaient perdre de 50 à 90 pour 100 de l'arsenic introduit. Plus tard avec quelques modifications de détail, spécialement dans le régime de l'appareil de Marsh, cette méthode a suffi à son auteur pour établir la présence normale de traces d'arsenic dans plusieurs organes animaux, spécialement dans ceux d'origine ectodermique [2].

Nous rappelons que cette méthode déjà ancienne, mais à laquelle on n'en a pas substitué de meilleure depuis 40 ans, consiste essentiellement à

(1) *Comptes rendus*, t. 81, 1875, p. 286, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. 8, p. 384.

(2) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. 29, p. 639 et 859; *Comptes rendus*, t. 129, 1899, p. 929 et 936.

détruire la matière organique où l'on veut rechercher l'arsenic, grâce à l'action d'acide nitrique mélangé d'un peu d'acide sulfurique, puis, après que s'est calmée la violente réaction du début, à terminer l'attaque par des affusions successives d'acide nitrique pur, en chauffant chaque fois assez fortement jusqu'à ce qu'enfin il ne reste plus qu'un charbon poreux qu'on reprend par l'eau bouillante. Elle dissout la totalité de l'arsenic ainsi passé à l'état d'acide arsénique ([1]). De cette solution acide on précipite par l'hydrogène sulfuré la totalité de l'arsenic à l'état de sulfure AsS^3 qu'on réoxyde par l'acide nitrique bouillant; après avoir chassé à chaud par l'acide sulfurique la totalité de ce dernier, on étend d'eau et verse dans l'appareil de Marsh.

Quoique très sûre quand on opère avec des réactifs *absolument purs* d'arsenic, cette méthode offre pourtant quelques difficultés que nous avons d'ailleurs déjà relevées en partie ([2]) :

1° Elle est d'une exécution laborieuse et assez délicate. La destruction de la matière organique par le réactif nitrosulfurique dégage d'abord d'abondantes vapeurs nitrées. Si l'on chauffe trop au début, on s'expose à perdre l'arsenic par déflagration; si l'on chauffe insuffisamment, la reprise de résidu par l'eau bouillante fournit une solution brune qui laisse déposer à froid un dépôt difficile à traiter;

2° La destruction de la matière organique par cette méthode exige toujours l'emploi de notables quantités d'acides (sulfurique et surtout nitrique) qu'il n'est pas facile d'obtenir à l'état de pureté absolue. Alors même que l'acide nitrique paraît tout à fait exempt d'arsenic, la nécessité d'en employer de fortes doses pour attaquer les matières difficiles à détruire (tissu cellulaire, tissu nerveux, etc.) peut laisser dans l'esprit de l'expérimentateur des doutes sur l'origine des traces d'arsenic qu'il obtient; doutes très fâcheux s'il s'agit d'une expertise médico-légale; très préoccupants aussi s'il faut s'assurer de l'existence normale de quelques millièmes ou centièmes de milligramme d'arsenic dans 100^g d'une glande ou d'un tissu;

3° Après qu'on a détruit la matière organique par les acides et repris par l'eau les quelques grammes de charbon nitré résiduel, il faut, dans cette méthode, comme d'ailleurs dans toutes celles qui l'ont précédée, séparer l'arsenic de sa solution aqueuse par un courant d'hydrogène sulfuré qu'on doit laisser agir quelque temps pour être sûr de réduire As^2O^5

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. 29, p. 642.
([2]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. 29, p. 860.

en sulfure As^2S^3. Or cet hydrogène sulfuré, si l'on ne prend pas les plus minutieuses précautions de purification, entraîne avec lui un peu d'hydrogène arsénié qui passe dans la liqueur acide. Nous avons donné, plus tard, le procédé de purification de cet hydrogène sulfuré ([1]). On peut recourir aussi à H^2S obtenu avec les sulfures alcalins;

4° Il faut enfin séparer du soufre formé, et d'autres impuretés mal définies, le sulfure d'arsenic formé et le faire passer de nouveau à l'état d'acide arsénique, exempt de tout produit nitrique, avant de le verser dans l'appareil de Marsh.

Cette méthode est donc, comme on le voit, longue et délicate; elle peut laisser quelques doutes s'il ne s'agit que de traces d'arsenic à déterminer dans des tissus ayant, comme le tissu cellulaire, exigé pour se détruire beaucoup d'acide nitrique. Elle oblige à purifier absolument cet acide, ainsi que l'acide sulfurique et l'hydrogène sulfuré employés; aussi voyons-nous, dans quelques dosages de contrôle publiés par nous-mêmes, les quantités d'arsenic recueillies à l'appareil de Marsh, dépasser de quelques millièmes, très rarement de quelques centièmes de milligramme, les quantités d'arsenic introduites ([2]). On reviendra plus tard sur ce point important.

La méthode nouvelle que nous proposons aujourd'hui pour la destruction des tissus en vue de la recherche de l'arsenic, et au besoin des autres métalloïdes ou métaux lourds à oxydes fixes, fait disparaître toutes les longueurs et difficultés de la marche précédente. Elle est sûre, simple et rapide.

La substance animale ou végétale où l'on veut faire cette recherche est portée à l'étuve et chauffée vers 300° jusqu'à ce qu'après boursouflement et foisonnement elle soit devenue broyable au mortier de porcelaine. On le mélange alors, au pilon, avec 2 à 3 pour 100 de son poids sec de chaux vive ([3]) qu'on éteint avec un peu d'eau. Après broyage, on place le mélange pulvérulent dans une capsule de porcelaine à fond plat et à bords surbaissés, qu'on introduit dans un petit four à moufle chauffé à une température modérée, telle que le fond du four atteigne à peine le rouge naissant. La matière, qui boursoufle un peu au début, se brûle ensuite lentement

---

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. 29, 1903, p. 867.

([2]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. 29, 1903, p. 639 et 641.

([3]) Les matières grasses ou très riches en phosphore telle que la matière cérébrale demandent une quantité de 3 pour 100 de chaux vive; mais généralement 2 pour 100 suffisent. On doit prendre la chaux pure du marbre ou mieux du nitrate.

et très aisément dans ces conditions presque comme le ferait une plaque d'amadou; l'opération n'exige aucune surveillance. Si l'on est parti de 100^g de matière primitive par exemple, au bout de 2 heures, on obtient, en ayant soin de ne pas remuer, des cendres poreuses, blanches ou blanc grisâtre. Après refroidissement, on les pulvérise, on les reprend par l'eau, on acidule franchement par quelques gouttes d'acide sulfurique; on porte à l'ébullition, filtre, lave, concentre la liqueur jusqu'à fumées blanches, étend le résidu acide de 8 à 10 volumes d'eau et verse directement dans l'appareil de Marsh.

Une destruction de matière organique (estomac, foie, cerveau, etc.), ainsi conduite pour la recherche toxicologique de l'arsenic, peut se faire en 4 à 5 heures; la formation de l'anneau d'arsenic à l'appareil de Marsh doit être continuée 3 à 4 heures. Une recherche médico-légale ou physiologique d'arsenic par cette méthode peut donc se faire aisément en une journée de 8 heures. Les anciennes méthodes exigeaient trois jours d'un travail pénible et d'une attention continue.

Notre méthode est donc très rapide. Comme réactifs, 2^g à 3^g de chaux pure et autant d'acide sulfurique suffisent. Nous éliminons tout emploi d'acides, nitrique, sulfurique ou sulfhydrique qui, même bien purifiés lorsqu'il s'agit de traces d'arsenic, peuvent laisser de l'incertitude s'ils ont été employés en notables quantités.

Il nous reste à établir que notre nouvelle méthode est très précise, qu'elle permet de retrouver les plus petites quantités d'arsenic introduites, comme contrôle, dans les tissus difficiles à détruire.

Voici quelques-uns de nos dosages :

A. *Épreuve de la méthode nouvelle sans addition d'arsenic aux substances étudiées :*

a. Pris : *foie de veau*, 50^g :

Arsenic trouvé.............................. 0^{mg},000

b. Pris : *estomac de porc* pesant 73^g (on le lave soigneusement et le traite par la méthode ci-dessus) :

Arsenic trouvé.............................. 0^{mg},001 (1)

---

(1) Nous rappelons que ces petites quantités d'arsenic sont déterminées par comparaison avec une série d'anneaux d'arsenic répondant à des volumes connus de liqueurs titrées versées à l'appareil de Marsh.

Il est probable que ce $\frac{1}{100}$ de milligramme répond à de l'arsenic normal ou provenant peut-être des aliments. Ces deux essais démontrent donc la pureté des réactifs employés.

B. *Dosage de poids connus d'arsenic introduits.* — On a essayé sur divers organes l'addition de faibles, puis de plus fortes quantités d'arsenic, pour s'assurer si, dans l'un ou l'autre cas, on observe une perte d'arsenic.

a. Pris : *chair musculaire* de veau, 125^{g}; ajouté 0^{mg},010 d'arsenic (le As ajouté est toujours calculé en partant d'une liqueur titrée d'acide arsénieux) :

Arsenic ajouté............................	0^{mg},010
Arsenic trouvé............................	0^{mg},009

b. *Chair de bœuf*, pris 105^{g} :

Arsenic ajouté............................	0^{mg},25
Arsenic trouvé............................	0^{mg},20

c. *Estomac de porc*, 73^{g} après lavage :

Arsenic ajouté............................	0^{mg},500

On a opéré ensuite sur la moitié des cendres :

Arsenic calculé............................	0^{mg},25
Arsenic trouvé............................	0^{mg},25

d. *Cervelle de mouton.* — Pris 100^{g} à l'état frais, on ajoute 1^{mg} d'arsenic à l'état de As^2O^3. On prend ensuite le $\frac{1}{20}$ de la solution sulfurique des cendres, puis on verse dans l'appareil de Marsh :

Arsenic calculé............................	0^{mg},05
Arsenic trouvé............................	0^{mg},05

e. *Foie de veau.* — Pris 45^{g} à l'état frais. On ajoute 1^{mg} d'arsenic As. Pris pour faire l'anneau le $\frac{1}{20}$ de la solution totale :

Arsenic calculé............................	0^{mg},05
Arsenic trouvé............................	0^{mg},04

On voit donc que, même lorsqu'il s'agit de millièmes de milligramme, comme dans le cas *a*, la perte (apparente) ne dépasse pas 0^{mg},001. Lorsqu'il s'agit de quantités plus grandes, il semble que la perte puisse être de quelques centièmes de milligramme, mais les cas *c* et *d* établissent que, même dans ce cas, les pertes d'arsenic semblent nulles (cas *c* et *d*). Il peut

arriver, sans doute fortuitement et par quelque erreur commise, que l'arsenic trouvé paraisse un peu faible. Nous l'attribuons surtout au maniement de l'appareil de Marsh. Dans aucun cas on n'a trouvé plus que l'arsenic introduit (1).

La méthode de calcination à la chaux, que nous décrivons dans ce Mémoire, permet aussi de retrouver et doser facilement tous les éléments minéraux à oxydes fixes préexistants ou non dans les organes durant la vie : acides borique, phosphorique, silicique, fluor, nickel, argent, cuivre. Mais cette méthode laisserait perdre le mercure et peut-être un peu aussi le plomb. La majeure partie de la chaux ajoutée reste à l'état de sulfate insoluble qu'il est facile de séparer.

Pour la suite de la recherche de l'arsenic, nous avons déjà indiqué ailleurs (2) les précautions les plus indispensables pour le bon fonctionnement de l'appareil de Marsh : l'attaque du zinc par l'acide sulfurique étendu doit toujours se faire en refroidissant l'appareil. — Quand il s'agit de recueillir de très faibles quantités d'arsenic, on doit faire marcher l'appareil 4 heures environ. — Il doit être, dès le début, entièrement privé d'air. — Les gaz ($H + AsH^3$) qui en sortent doivent être desséchés sur un peu de potasse fondue ou de chaux sodée. — Le tube de dégagement des gaz doit, pour la recherche de l'arsenic physiologique, être capillaire, bien sec et chauffé au rouge sur 8^{cm} à 10^{cm} de long. Il doit être un peu plus large, semi-capillaire, s'il s'agit d'une recherche toxicologique. — Si l'on devait doser une proportion un peu forte d'arsenic (de $0^{mg},1$ à 1^{mg}), il vaut mieux n'agir que sur une fraction des liqueurs étendues et, après le premier anneau formé dans la partie refroidie du tube, réchauffer de nouveau celui-ci au rouge sur une longueur de 4^{cm} à 5^{cm}, parce que la dissociation du AsH^3 reste incomplète tant que ce dernier gaz est relativement abondant.

---

(1) On avait d'abord pensé qu'il conviendrait, après calcination à la chaux, de faire passer tout l'arsenic à l'état d'acide arsénique en reprenant les cendres par l'acide nitrique, évaporant puis traitant par l'acide sulfurique. Cette méthode ne réussit pas; elle est pénible et délicate; toute la chaux entrant en dissolution, on ne peut, sans pertes *très notables*, chasser AzO^3H, entièrement et verser ensuite dans l'appareil de Marsh. Les pertes peuvent être énormes; en voici un exemple : *cervelle de mouton*, 104^g; ajouté *arsenic* $0^{mg},100$; *arsenic trouvé* $0^{m},009$. On pourrait, il est vrai, séparer au préalable l'arsenic de la liqueur acide par H^2S; mais on retomberait ainsi dans les difficultés de purification de H^2S et dans des complications inutiles.

(2) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. 27, p. 1030.

PHYSIQUE. — *Des effets des chocs moléculaires sur les spectres des gaz.* Note [1] de M. G. Gouy.

1. Une raie spectrale n'est pas un rayon homogène, c'est-à-dire une suite indéfinie de vibrations égales. Elle en diffère à plusieurs égards, et, pour rendre compte de ce fait, on a souvent envisagé l'hypothèse suivante : Les molécules produiraient réellement des vibrations régulières, mais le résultat final serait modifié : 1° par l'effet Döppler dû à la vitesse des molécules; 2° par les chocs qu'éprouvent ces molécules, chocs qui sont censés produire une variation brusque et fortuite de phase et d'amplitude.

On ne peut espérer que cette hypothèse soit entièrement conforme à la réalité, mais il est utile d'en développer les conséquences et de les comparer aux faits d'expérience, en vue des progrès ultérieurs.

Nous examinerons successivement, à ce point de vue, les interférences à grande différence de marche, la loi qui relie l'intensité de la raie et sa largeur à l'épaisseur de la couche de gaz, et les spectres continus qui accompagnent les raies et en sont une dépendance.

2. Nous considérerons, avec M. A. Michelson, la visibilité V des franges d'interférence, ainsi définie

$$V = \frac{I' - I''}{I' + I''},$$

I' et I'' désignant le maximum et le minimum d'intensité.

Soient ν_0 et λ_0 la fréquence et la longueur d'onde de la vibration initiale. Une molécule, dont la vitesse v a une composante ξ parallèle au rayon, envoie une vibration de fréquence ν' au lieu de ν_0 (effet Döppler), et l'on a

$$(1) \qquad \frac{\nu' - \nu_0}{\nu_0} = \frac{\xi}{c},$$

c étant la vitesse de la lumière.

Soient N le nombre total des molécules lumineuses et $NF(\nu')\,d\nu'$ le nombre de celles qui envoient ainsi, à un moment donné, des vibrations comprises entre ν' et $\nu' + d\nu'$. On a, d'après la loi de Maxwell,

$$(2) \qquad F(\nu') = \frac{2\lambda_0}{\pi \bar{v}} \exp.\left[-\frac{4c^2}{\pi(\bar{v})^2}\left(\frac{\nu' - \nu_0}{\nu_0}\right)^2\right] \quad [2].$$

---

[1] Séance du 25 juin 1917.

[2] Avec les notations usuelles, on a $\bar{v} = \left(\frac{8\,RT}{\pi m}\right)^{\frac{1}{2}}$.

La visibilité V_1 due à l'effet Döppler seul, est, d'après (2).

$$V_1 = \exp.\left(-\frac{\pi^3 X^2 (\bar{v})^2}{4c^2\lambda_0^2}\right) \quad (3)$$ [1],

en désignant par X la différence de parcours (dans l'air) des deux faisceaux interférents.

3. L'effet des chocs a été envisagé d'abord par M. A. Michelson dans ses beaux travaux sur les interférences, puis par d'autres savants [2].

Ces formules, devenues usuelles, sont établies sur les bases suivantes :

On peut toujours, par la formule de Fourier, représenter une radiation par la superposition de vibrations parfaitement régulières, dont l'intensité est fonction de la longueur d'onde λ. Considérons la raie spectrale comme ainsi représentée par des courbes : (1) pour l'effet Döppler seul ; (2) pour l'effet des chocs seul : (3) pour les deux effets réunis. Mesurons sur chacune de ces trois courbes la largeur 2δ de la raie à mi-hauteur. Pour la courbe (1), δ_1 résulte de ce qui précède ; pour la courbe (2), on calcule δ_2 en supposant que l'intervalle τ de temps existant entre deux chocs est constant. On a, en appelant L le libre parcours moyen,

$$\delta_1 = \frac{\bar{v}\lambda_0\sqrt{\pi \operatorname{Log}_e 2}}{2c}, \qquad \delta_2 = \frac{1,3915\,\bar{v}\lambda_0^2}{\pi L c}.$$

On admet que l'on a toujours

$$\delta_3 = \delta_1 + \delta_2$$

et, de plus, que la visibilité des franges est liée au paramètre δ par la même relation pour les trois courbes [3]. Il vient ainsi, pour la visibilité réelle V_3,

$$V_3 = \exp.\left(-\frac{\pi^2 X^2 (\delta_1 + \delta_2)^2}{\lambda_0^4 \operatorname{Log}_e 2}\right). \quad (4)$$

Ces expressions sont seulement approchées ; j'ai cherché à obtenir une meilleure approximation.

---

(1) Lord RAYLEIGH, *Phil. Mag.*, 1889. On admet que l'intensité moyenne du rayonnement des molécules ne dépend pas de v, et qu'ainsi l'intensité du rayon considéré est proportionnelle à $F(\nu')\,d\nu'$.

(2) A. MICHELSON, *Phil. Mag.*, 1891 et 1892, et *Astroph. Journ.*, 1895 ; O. SCHÖNROCK, *Ann. der Physik*, 1906 et 1907 ; BUISSON et FABRY, *Journal de Phys.*, 1912.

(3) Cette relation s'établit aisément, d'après l'expression de δ_1 et l'équation (3), pour la courbe (1).

4. On peut calculer la visibilité V_2 pour les chocs seuls sans faire usage de la formule de Fourier. Considérons, comme plus haut, les molécules qui envoient les vibrations de fréquence ν'. Examinons l'effet produit par l'une d'elles pendant l'intervalle τ entre deux chocs : soit a^2 l'intensité de chacun des deux faisceaux interférents qu'elle produit. Si $\tau > \frac{X}{c}$, il y a un éclairement uniforme a^2 pendant le temps $\frac{2X}{c}$, et l'intensité $4a^2 \cos^2 \pi \frac{\nu' X}{c}$ pendant le temps $\tau - \frac{X}{c}$. Si $\tau < \frac{X}{c}$, il n'y a qu'un éclairement uniforme a^2 pendant le temps 2τ. Désignons par N_1 et N_2, pour ces mêmes molécules et pendant l'unité de temps, les nombres des intervalles plus grands ou plus petits que $\frac{X}{c}$, et par $\bar{\tau}_1$ et $\bar{\tau}_2$ les moyennes de τ pour chacune de ces deux catégories. L'intensité dI en un point quelconque sera

$$(5) \qquad dI = 4\overline{a^2} N_1 \left(\bar{\tau}_1 - \frac{X}{c}\right) \cos^2 \pi \frac{\nu' X}{c} + 2\overline{a^2} N_1 \frac{X}{c} + 2\overline{a^2} N_2 \bar{\tau}_2.$$

Pour une de nos molécules, la probabilité d'un choc pendant le temps dt est désigné par $h\,dt$. La probabilité qu'un de nos intervalles surpasse la valeur τ est donc $e^{-h\tau}$. On a, d'après cela,

$$\bar{\tau}_1 = \frac{N_1 + N_2}{N_1} h \int_{\frac{X}{c}}^{\infty} \tau e^{-h\tau} d\tau = \frac{N_1 + N_2}{N_1} \left(\frac{X}{c} + \frac{1}{h}\right) e^{-\frac{hX}{c}},$$

$$\bar{\tau}_2 = \frac{N_1 + N_2}{N_2} h \int_0^{\frac{X}{c}} \tau e^{-h\tau} d\tau = \frac{N_1 + N_2}{N_1} \left[\frac{1}{h} - \left(\frac{X}{c} + \frac{1}{h}\right) e^{-\frac{hX}{c}}\right],$$

$$N_1 = hN\,F(\nu') e^{-\frac{hX}{c}} d\nu', \qquad N_2 = hN\,F(\nu')\left(1 - e^{-\frac{hX}{c}}\right) d\nu'.$$

L'équation (5) s'écrit

$$(5\ bis) \qquad dI = 2\overline{a^2} N\,F(\nu') \left[1 + \left(2\cos^2 \pi \frac{\nu' X}{c} - 1\right) e^{-\frac{hX}{c}}\right] d\nu',$$

d'où il résulte

$$(6) \qquad V_2 = e^{-\frac{hX}{c}}.$$

Le Tableau suivant a été calculé d'après cette formule :

$\frac{hX}{c}$.	1.	2.	3.	4.	5.
V_2...............	0,368	0,135	0,050	0,018	0,007

5. La limite pratique de visibilité des franges, résultant des chocs seuls,

serait trois ou quatre fois plus éloignée que ce qu'indique l'hypothèse de l'égalité d'intervalles entre deux chocs ([1]).

Calculons maintenant V_3. Soit X_m la valeur de X qui correspond à un maximum; au minimum voisin, on a

$$X = X_m \pm \frac{\lambda_0}{2}.$$

Puisque ν' est très voisin de ν_0, il résulte de l'équation (5 *bis*),

$$I' = 2\overline{a}^2 N \int_0^\infty F(\nu')\left[1 + \left(2\cos^2\pi\frac{\nu' X_m}{c} - 1\right)e^{-\frac{h X_m}{c}}\right]d\nu',$$

$$I'' = 2\overline{a}^2 N \int_0^\infty F(\nu')\left[1 + \left(2\sin^2\pi\frac{\nu' X_m}{c} - 1\right)e^{-\frac{h X_m}{c}}\right]d\nu' \quad ([2]).$$

Remarquons que $\frac{X_m}{\lambda_0}$ est un nombre entier ([3]); il résulte des deux équations précédentes

$$(7) \qquad V_3 = \frac{2\lambda_0}{\pi\overline{v}}\int_0^\infty \exp.\left[-\frac{4c^2}{\pi(\overline{v})^2}\left(\frac{\nu'-\nu_0}{\nu_0}\right)^2 - \frac{hX_m}{c}\right]\cos 2\pi\frac{(\nu'-\nu_0)X_m}{c}\,d\nu'.$$

6. En général, h dépend de v, et par suite de $|\nu' - \nu_0|$. Il n'y a d'exception que pour le cas limite où un gaz à molécules lourdes se trouve, en minime proportion, dans un gaz à molécules légères (mercure dans l'hydrogène, par exemple). Nous reviendrons bientôt sur le calcul complet, nous bornant ici à indiquer qu'en attribuant à h la valeur $\overline{h}$ qui convient pour l'ensemble des molécules du gaz lumineux, on ne commet pas en général une erreur importante sur V_3.

Si nous supposons que ce premier gaz est mélangé, en minime proportion, à un second gaz qui a la vitesse moléculaire u, on a ([4])

$$(8) \qquad \overline{h} = \frac{1}{L\sqrt{2}}\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2\rho_2}\right)^2\sqrt{(\overline{v})^2 + (\overline{u})^2} = \frac{\overline{u}}{L}\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2\rho_2}\right)^2\sqrt{\frac{1+\alpha^2}{2}},$$

([1]) En effet, dans cette hypothèse, on aurait $\tau = \frac{1}{h}$, et la limite extrême serait

$$\frac{hX}{c} = 1.$$

([2]) Il faudrait écrire $X_m \pm \frac{\lambda_0}{2}$ à l'exponentielle, mais l'erreur est insensible.

([3]) Il en résulte en effet, d'après (5 *bis*), $\frac{d}{dX}\int dI = 0$ sensiblement.

([4]) BOLTZMANN, *Théorie des gaz*, Ire Partie, Chap. I.

L désignant le libre parcours moyen du second gaz; ρ_1 et ρ_2 les rayons des molécules des deux gaz, et α le rapport $\frac{\overline{v}}{\overline{u}}$.

En supposant ainsi h constant, l'équation (7) s'écrit

$$(9) \qquad V_3 = \exp.\left[-\frac{\pi^3 X^2 (\overline{v})^2}{4c^2\lambda_0^2} - \frac{\overline{h}X}{c}\right] = V_1 V_2.$$

Pour comparer les deux expressions (4) et (9) de V_3, nous donnons ici quelques nombres calculés en admettant $\overline{v} = \overline{u}$ et $\rho_1 = \rho_2$, et supposant $L = \lambda_0$ et $\overline{v} = 1{,}3.10^5$, ce qui n'est pas très éloigné du cas des flammes sodées :

$\frac{X}{\lambda_0} =$	5.10^4.	8.10^4.	1.10^5.	$1{,}2.10^5$.	$1.5.10^5$.
$V_3(4)$	0,395	0,093	0,024	0,0047	0,000 23
$V_3(9)$	0,607	0,278	0,151	0,073	0,020

D'après la nouvelle formule, les visibilités 0,5 et 0,05 devraient être obtenues respectivement pour les valeurs $3^{cm},3$ et $7^{cm},6$ données à X. Pour avoir les mêmes visibilités avec les mêmes valeurs de X, il faudrait, d'après (4), que l'on eût $L = 2,5\lambda_0$ ou $L = 5,3\lambda_0$.

L'ancienne formule donne donc de plus grandes valeurs de L en fonction de la visibilité, et l'écart est d'autant plus important que la visibilité est plus petite. Il serait encore plus grand si l'on se servait de la formule complète (7) au lieu de la formule approchée (9), qui donne des valeurs de V_3 un peu trop petites pour les faibles visibilités.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats à une chaire de *Chimie organique* instituée au Collège de France par arrêté ministériel en date du 23 avril 1917.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre de votants étant 46,

M. Ch. Moureu obtient . . . . 45 suffrages
M. V. Grignard » . . . . 1 suffrage

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre de votants étant 37,

M. V. Grignard obtient	. . . .	35 suffrages
M. Barbier »	. . . .	1 suffrage

Il y a un bulletin blanc.

En conséquence la liste, présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, comprendra :

En première ligne	M. **Ch. Moureu**
En seconde ligne.	M. **V. Grignard**

PLIS CACHETÉS.

M. **J. Persoz** demande l'ouverture d'un pli cacheté, reçu dans la séance du 27 juin 1864 et inscrit sous le n° 2213.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *Description des procédés employés pour déterminer la nature du tungstène.*

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un fascicule du *Boletim bibliográfico da* Academia das sciências de Lisboa.

2° *Anais de Arzila, crónica inédita do século* xvi, por Bernardo Rodrigues, publiée par David Lopes.

3° *Albert-Arthur-Alexandre Girard*, Mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Lisbonne, par Paul Choffat.

4° Une série de Mémoires publiés de 1866 à 1916 par M. Henry Wilde, F. R. S., sur diverses questions de Physique, de Chimie, de Physique du globe et d'Astronomie physique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Transcendantes de Fourier-Bessel à plusieurs variables.* Note [1] de M. **Michel Akimoff**, présentée par M. Appell.

I. Notons d'abord les développements suivants, où v_i désigne un polynome

$$(1)\qquad e^{\frac{x_1}{2}\left(u-\frac{1}{u}\right)+\frac{x_2}{4}\left(u^2-\frac{1}{u^2}\right)+\ldots+\frac{x_n}{2n}\left(u^n-\frac{1}{u^n}\right)}=\sum_{k=-\infty}^{k=+\infty}\mathrm{J}_k(x_1,x_2,\ldots,x_n)u^k \quad [2].$$

$$(2)\qquad e^{\frac{x_1}{2}t+\frac{x_2}{4}t^2+\ldots+\frac{x_n}{2n}t^n}=\sum_{i=0}^{i=\infty}\frac{v_i(x_1,x_2,\ldots,x_n)}{2^i.1.2\ldots i}t^i,$$

$$(3)\qquad \mathrm{J}_k(x_1,x_2,\ldots,x_n)=\sum_{m=0}^{m=\infty}\frac{v_{k+m}(x_1,x_2,\ldots,x_n)\,v_m(-x_1,-x_2,\ldots,-x_n)}{2^{k+2m}.1.2\ldots(k+m).1.2\ldots m}.$$

Si k est un paramètre quelconque, on a les expressions plus générales

$$\mathrm{J}_k(x_1,x_2,\ldots,x_n)=\sum_{m=0}^{m=\infty}\frac{v_{k+m}(x_1,x_2,\ldots,x_n)\,v_m(-x_1,-x_2,\ldots,-x_n)}{2^{k+2m}\,\Gamma(k+m+1).1.2\ldots m},$$

$$(4)\qquad \mathrm{J}_k(x_1,x_2,\ldots,x_n)=\frac{1}{2\pi i}\int_{\infty.\alpha}^{\infty.\beta}e^{\frac{x_1}{2}\left(u-\frac{1}{u}\right)+\frac{x_2}{4}\left(u^2-\frac{1}{u^2}\right)+\ldots+\frac{x_n}{2n}\left(u^n-\frac{1}{u^n}\right)}u^{-k-1}\,du \quad [3],$$

$$(5)\qquad u_{k+m}(x_1,x_2,\ldots,x_n)=\frac{2^{k+m}\,\Gamma(k+m+1)}{2\pi i}\int_{\infty.\alpha}^{\infty.\beta}e^{\frac{x_1}{2}u+\frac{x_2}{4}u^2+\ldots+\frac{x_n}{2n}u^n}u^{-k-m-1}\,du,$$

le chemin d'intégration étant une ligne infinie sans nœuds, décrite convenablement par rapport au point $u=0$, et α et β deux constantes telles que les intégrales (4) et (5) ont un sens.

II. Les séries

$$(6)\qquad 2^k.1.2\ldots k\sum_{m=0}^{m=\infty}\frac{v_m(x_1,x_2,\ldots,x_n)}{2^m.1.2\ldots m}\mathrm{J}_{k+m}(x_1,x_2,\ldots,x_n),$$

$$(7)\qquad \sum_{m=-\infty}^{m=+\infty}m^2(m^2-2^2)(m^2-4^2)\ldots[m^2-(2k-2)^2]\,\mathrm{J}_m(x_1,x_2,\ldots,x_n)\quad (m \text{ pair}).$$

$$(8)\qquad \sum_{m=-\infty}^{m=+\infty}m(m^2-1^2)(m^2-3^2)\ldots[m^2-(2k-3)^2]\,\mathrm{J}_m(x_1,x_2,\ldots,x_n)\quad (m \text{ impair})$$

---

[1] Séance du 25 juin 1917.

[2] *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 26.

[3] *Loc. cit.*

et

$$(9)\qquad 2\sum_{m=2k}^{m=\infty}\frac{(2k)^2(m^2-2^2)(m^2-4^2)\ldots[m^2-(2k-2)^2]}{m^{2k}}\,\mathrm{J}_m(mx_1, mx_2, \ldots, mx_n)\quad (m \text{ pair}),$$

$$(10)\qquad 2\sum_{m=2k-1}^{m=\infty}\frac{(2k-1)^2(m^2-1^2)(m^2-3^2)\ldots[m^2-(2k-3)^2]}{m^{2k}}\,\mathrm{J}_m(mx_1, mx_2, \ldots, mx_n)\quad (m \text{ impair}),$$

sont égales à des polynomes en $x_1, x_2, \ldots, x_n$. En effet, d'après (1) et (2), la série (6) est égale à $v_k(x_1, x_2, \ldots, x_n)$. Les séries (7) et (8) représentent des polynomes $u_{2k}(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ et $u_{2k-1}(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ respectivement de degrés $2k$ et $2k-1$ qui vérifient la relation $\frac{\partial u_k}{\partial x_1} = k u_{k-1}$ [1] et, comme les fonctions $\mathrm{J}_m(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ elles-mêmes, les équations suivantes :

$$\frac{\partial^2 u_k}{\partial x_{2p}^2} = \frac{\partial^2 u_k}{\partial x_p^2} + p^2\frac{\partial^4 u_k}{\partial x_p^4}\quad [2],$$

$$\frac{\partial u_k}{\partial x_{2p-1}} = \frac{\partial u_k}{\partial x_1} + \frac{(2p-1)^2-1^2}{1.2.3}\frac{\partial^3 u_k}{\partial x_1^3} + \frac{[(2p-1)^2-1^2][(2p-1)^2-3^2]}{1.2.3.4.5}\frac{\partial^5 u_k}{\partial x_1^5} + \ldots$$
$$(p = 1, 2, \ldots).$$

En s'appuyant sur ce que les séries connues $\sum_{m=2}^{m=\infty}\frac{\cos m\varphi}{m^{2i}}$ (m pair) et $\sum_{m=1}^{m=\infty}\frac{\cos m\varphi}{m^{2i}}$ (m impair) sont égales à des polynomes en φ, on trouve que les séries (9) et (10) représentent des polynomes $w_{2k}(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ et $w_{2k-1}(x_1, x_2, \ldots x_n)$ en $x_1, x_2, \ldots, x_n$. En remarquant que

$$\frac{1}{1 - x_1\cos u - x_2\cos 2u - \ldots - x_n\cos nu} = 1 + 2\sum_{m=1}^{m=\infty}\mathrm{I}_m(mx_1, mx_2, \ldots, mx_n)\cos m\zeta,$$

où $\zeta = u - x_1\sin u - \frac{x_2}{2}\sin 2u - \ldots - \frac{x_n}{n}\sin nu$ et $|x_1| + |x_2| + \ldots + |x_k| < 1$,

$$\sum_{k=1}^{k=\frac{m}{2}}\frac{(2k)^2(m^2-2^2)(m^2-4^2)\ldots[m^2-(2k-2)^2]}{m^{2k}} = 1\quad (m \text{ pair}),$$

$$\sum_{k=1}^{k=\frac{m+1}{2}}\frac{(2k-1)^2(m^2-1^2)(m^2-3^2)\ldots[m^2-(2k-3)^2]}{m^{2k}} = 1\quad [3]\quad (m \text{ impair}),$$

---

[1] Appell, *Annales de l'École Normale*, 2e série, t. 9, 1880.

[2] Appell, *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 422.

[3] Kapteyn, *Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. 10, 1893, p. 118.

on voit que la somme $\sum_{i=0}^{i=\infty} w_i(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ est égale à $\frac{1}{1-x_1-x_2-\ldots-x_n}$.

Les séries que l'on déduit de (7), (8), (9) et (10), en remplaçant $J_{2k}(y_1, y_2, \ldots, y_n)$ et $J_{2k+1}(y_1, y_2, \ldots, y_n)$ respectivement par

$$J_{k+p}(y_1, y_2, \ldots, y_n)\, J_{k-p}(y_1, y_2, \ldots, y_n)$$

et

$$J_{k+p+1}(y_1, y_2, \ldots, y_n)\, J_{k-p}(y_1, y_2, \ldots, y_n),$$

représentent aussi des polygones.

Je me borne ici à indiquer encore la formule d'addition

$$J_k(x_1+y_1, x_2+y_2, \ldots, x_n+y_n) = \sum_{m=-\infty}^{m=+\infty} J_m(x_1, x_2, \ldots, x_n)\, J_{k-m}(y_1, y_2, \ldots, y_n),$$

$$|x_n| < |y_n|.$$

Ces formules comprennent comme cas particuliers plusieurs de celles qui ont été données par M. Jekhowski [1].

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sulfate acide de zirconyle.* Note [2] de M. Ed. Chauvenet, présentée par M. A. Haller.

Je rappelle d'abord qu'on obtient le tétrahydrate de ce sulfate par évaporation suffisante d'une dissolution sulfurique de zircone; ce produit est très soluble, il ne s'altère ni dans l'air, ni dans le vide secs; à 120° seulement il perd 3^{mol} d'eau; la dernière molécule est retenue avec une grande énergie, car l'action de la chaleur ne l'élimine qu'à 200°.

Résultats thermiques.

$$Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^3 + aq. = Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^3\,diss. + 32{,}78^{Cal},$$

$$Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^3.H^2O + aq. = Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^3\,diss. + 20{,}6,$$

$$Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^3.4H^2O + aq. = Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^3\,diss. + 10{,}4;$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 318, et t. 164, 1917, p. 719; *Bulletin des Sciences mathématiques*, 2e série, t. 41, 1917, p. 58.

(2) Séance du 11 juin 1917.

d'où :

$$Zr\langle^{O}_{SO^4}.SO^3 + H^2O = Zr\langle^{O}_{SO^4}.SO^3.H^2O + 12{,}18^{\text{Cal}},$$
$$Zr\langle^{O}_{SO^4}.SO^3 + 4H^2O = Zr\langle^{O}_{SO^4}.SO^3.4H^2O + 22{,}38,$$
$$Zr\langle^{O}_{SO^4}.SO^3.H^2O + 3H^2O = Zr\langle^{O}_{SO^4}.SO^3.4H^2O + 10{,}2.$$

Dans le but de connaître la constitution du monohydrate, j'ai fait d'une part la cryoscopie de ce composé et d'autre part j'ai suivi sa neutralisation par des mesures de résistance.

Voici les résultats obtenus :

D'abord le poids moléculaire apparent indiqué par la cryoscopie a été trouvé égal à 79,4; sachant que le poids moléculaire réel est 300,6, le nombre de particules indépendantes est 3,78 (nombre voisin de 4).

D'autre part, on peut mettre en évidence par l'analyse qu'une partie de SO^3 est toujours dissimulée; elle est d'ailleurs variable avec la concentration, le temps et la température; dans une dissolution fraîchement préparée et dont le titre est $\frac{2N}{3}$, la moitié d'acide sulfurique est masquée; pour retrouver la totalité de SO^3, on doit préalablement précipiter le zirconium avec l'ammoniaque.

Les résultats précédents conduisent déjà à penser que la constitution du monohydrate pourrait être $\left[Zr\langle^{O}_{SO^4}\right]^{SO^4}_{H^2}$ en dissolution.

J'ai déjà signalé qu'en liqueur étendue ce sulfate s'hydrolyse de la manière suivante :

$$4Zr\langle^{O}_{SO^4}\cdot SO^3 + aq. = 5SO^4H^2 + \left[Zr\langle^{O}_{SO^4}\right]^3\cdot ZrO^2.$$

On pourra se rendre compte que la neutralisation conduit à la même conclusion que précédemment; les mesures ont été faites à 30°,2 en employant 5^{cm^3} de $Zr\langle^{O}_{SO^4}\cdot SO^3\ \frac{N}{1000}$:

NaOH $\frac{N}{1000}$.	W.
0	156
2	172,5
4	194,5
6	218
8	248,5
10	277
12	319
14	357
15	375
20	297
24	236

L'examen de la courbe construite avec ces données indique la présence de deux points nettement anguleux : l'un correspondant à la neutralisation d'une molécule de SO^3 et à la formation du sulfate neutre de zirconyle, l'autre correspondant à la neutralisation d'une nouvelle demi-molécule de SO^3 et à la formation du sulfate basique $Zr\left\langle{O \atop SO^4}\right. . ZrO^2$. Je rappelle que la courbe des densités avait déjà signalé l'existence de cette combinaison. La neutralisation du sulfate neutre de zirconyle révèle la formation de ce même composé en employant 5^{cm^3} de $Zr\left\langle{O \atop SO^4}\right. \frac{N}{500}$:

$NaOH\ \frac{N}{500}$.	W.
0	256
2	347
4	441
6	466
8	366
10	260

La courbe signale la présence d'un point anguleux correspondant à la neutralisation d'une demi-molécule de SO^3.

Si l'on oppose maintenant la formule des deux sulfates basiques

$$Zr\left\langle{O \atop SO^4}\right. . ZrO^2 \quad \text{et} \quad \left[Zr\left\langle{O \atop SO^4}\right.\right]^3 . ZrO^2,$$

il est facile de remarquer que le premier diffère de l'autre par $0^{mol},5$ de SO^3 en moins; j'ai donc pensé que par hydrolyse le trisulfate basique pourrait se transformer en $Zr\left\langle{O \atop SO^4}\right. . ZO^2$. L'expérience suivante a vérifié cette prévision $\left[Zr\left\langle{O \atop SO^4}\right.\right]^3 . ZrO^2$ est insoluble dans l'eau; j'en ai introduit 1^g dans $50^{cm^3},5\ H^2O$ maintenue à 29°,5; la résistance a varié lentement (3 mois) de 275 à 60 (ce dernier nombre est resté constant après plusieurs mois); d'autre part l'analyse a démontré l'absence complète de zirconium dans la liqueur, tandis qu'elle a révélé la présence de $8^g,75$ pour 100 de SO^4H^2 (calculé pour la transformation : $9^g,5$ pour 100).

Ces résultats indiquent :

1° Que l'état le plus stable du système SO^3 et ZrO^2 est

$$\left[Zr\left\langle{O \atop SO^4}\right. . ZrO^2\right];$$

2° Que les composés du radical zirconyle ont grande tendance à fournir

le type suivant $\left[Zr{<}^{O}_{A}.ZrO^2\right]$ (A étant un radical acide)

$$ZrOCl^2.ZrO^2,\quad ZrOBr^2.ZrO^2,\quad Zr{<}^{O}_{SO^4}.ZrO^2,\quad \text{etc.}$$

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage du chlore libre dans les solutions d'hypochlorite*. Note (1) de MM. F. **Dienert** et F. **Wandenbulke**, présentée par M. Carnot.

Le titrage du chlore libre des solutions d'hypochlorite se fait soit en milieu acide, soit en milieu alcalin.

La présence fréquente des chlorates fausse le dosage en milieu acide et la méthode la plus correcte devrait être celle en milieu alcalin.

Malheureusement, quand il s'agit de solutions diluées d'hypochlorite, la méthode Penot (méthode à la touche) est directe mais peu sensible, tandis que dans celle utilisant l'acide arsénieux et l'iode on titre le chlore par différence, ce qui amène des erreurs assez notables.

Nous avons cherché un moyen de rendre la méthode Penot plus sensible, et voici comment nous y sommes arrivés :

Dans les essais, non encore terminés, MM. Dienert et Schirmer, étudiant l'action des hypochlorites sur l'ammoniaque, ont trouvé que, par suite de formation de chloramine, un excès d'un sel ammoniacal (sulfate ou chlorhydrate) empêchait la décomposition des solutions diluées d'hypochlorite et la formation des chlorates.

Nous avons alors pensé qu'en présence d'iode un excès de sel ammoniacal empêcherait la formation d'iodate en milieu alcalin, d'où possibilité de titrer directement l'iode dans un tel milieu au moyen d'acide arsénieux.

L'expérience a vérifié nos prévisions et voici comment nous opérons :

Dans un verre à précipité nous versons 5^{cm^3} d'une solution d'hypochlorite que nous diluons dans une quantité d'eau distillée suffisante pour que la concentration en chlore libre de ce milieu n'excède pas 500^{mg} de chlore par litre.

On ajoute dans le verre des doses croissantes de sulfate d'ammoniaque, quelques cristaux d'iodure de potassium et l'on titre l'iode mis en liberté par le chlore au moyen d'acide arsénieux $\frac{n}{35,5}$.

(1) Séance du 21 juin 1917.

Sulfate d'ammoniaque ajouté.	Chlore libre introduit.	Chlore libre trouvé.
g	mg	mg
0,50	15,45	13,15
1,00	»	14,40
1,50	»	14,50
1,80	»	15,30
2,00	»	15,40
3,00	»	15,40
0,50	5,2	5,20
0,50	2,6	2,60
0,50	1,4	1,40
0,50	1,0	1,00

L'expérience montre qu'en prenant au moins 150 parties de sulfate d'ammoniaque pour 1 partie de chlore à titrer, on empêche la formation d'iodate et l'on peut doser directement le chlore en milieu alcalin par l'acide arsénieux.

Il faut toujours employer les solutions étendues d'hypochlorite. Avec des solutions plus concentrées l'ammoniaque est décomposée en partie et donne de l'azote et de l'acide chlorhydrique, d'où perte de chlore libre. Aussi, en opérant sans dilution avec des solutions contenant 3^g de chlore libre par litre, nous avons trouvé :

Sulfate d'ammoniaque ajouté.	Chlore introduit.	Chlore trouvé.
2^g,00	15^{mg},45	15^{mg},15
3^g,00	15^{mg},40	13^{mg},30

On obtient des résultats identiques en employant le chlorhydrate d'ammoniaque.

GÉOLOGIE. — *Sur une nouvelle manière de comprendre la déformation de l'écorce terrestre : application aux fossés d'effondrement.* Note posthume de M. **Albert Cochain** (1), présentée par M. Pierre Termier.

Il est généralement admis que la cause des plissements qui rident l'écorce terrestre réside dans la contraction du globe, due elle-même à son refroi-

(1) Albert Cochain, ingénieur au Corps des Mines, collaborateur à la Carte géologique de la France, capitaine au 50e régiment d'Artillerie, a été mortellement blessé à son poste d'observation, dans l'un des combats du printemps de 1917 et n'a survécu

dissement. Mais la signification de nombreux traits de la surface de la Terre reste encore obscure. La localisation des plissements; la simultanéité de la production des affaissements et des effondrements, d'une part, des plissements et des déplacements horizontaux indiquant des compressions latérales, de l'autre; la mise en marche des grands charriages : autant d'énigmes. Les hypothèses les plus diverses ont été émises sur le volcanisme et sur l'origine des fossés d'effondrement, sans qu'aucune soit arrivée à s'imposer d'une façon impérieuse. Il me semble que la remarque suivante est de nature à apporter, sur tout cela, un peu de lumière.

Lors de la contraction du noyau, l'écorce terrestre solide se comporte à la façon d'une voûte sphérique, mais cette voûte est hétérogène. Dans les zones internes de l'écorce, soumises à des pressions énormes, les molécules des corps constituants sont aussi rapprochées que possible les unes des autres : ces zones forment la seule partie réellement solide de l'écorce. Les zones externes, composées de sédiments meubles et de roches peu compactes, n'interviennent pas dans la résistance aux pressions latérales. Elles sont incapables, en raison de leur peu de résistance à l'écrasement, de constituer une voûte : de même qu'il est impossible de bâtir une coupole avec du sable ou de l'argile. En poussant les choses à l'extrême, on peut comparer un fragment de l'écorce terrestre à une plaque de métal recouverte d'une couche d'argile. Dans un pareil système, la plaque de métal est seule capable d'opposer une résistance aux déformations qu'on tenterait de lui faire subir; l'argile ne peut que suivre passivement, en s'y adaptant le mieux possible, les déformations du métal sous-jacent. De même, dans l'écorce terrestre, la partie externe, que j'appellerai l'*écorce passive*, ne fait que suivre les déformations de la partie interne qui, seule, offre résistance aux pressions et que j'appellerai l'*écorce résistante*.

Nous n'observons que les déformations de l'écorce passive ; ces déformations peuvent nous donner des indications précieuses sur les déformations de l'écorce résistante, qui en diffèrent probablement beaucoup. Il est à peu près certain que les déformations de l'écorce résistante sont plus simples; car les matériaux des zones profondes sont plus solides que ceux des zones

---

que quelques heures à ses blessures. Il était à peine âgé de 30 ans. Avant de mourir, il a confié à l'un de ses camarades, en le priant de me la transmettre, une liasse de notes concernant la Géologie générale et les théories orogéniques, essai de rédaction où se manifestent à chaque page l'originalité de son esprit et son aptitude à aborder les plus hauts problèmes. Il était de ceux dont nous attendions beaucoup et dont la mort semble un irréparable malheur. [*Note de M. Pierre Termier.*]

superficielles, opposent aux déplacements des réactions plus énergiques et cèdent moins capricieusement aux influences secondaires. Un pas sera donc fait vers l'explication de l'architecture du globe terrestre lorsqu'on aura pu expliquer les déformations superficielles par des déformations profondes plus simples. J'ai essayé d'appliquer cette remarque générale à quelques phénomènes géologiques et, tout d'abord, aux *fossés d'effondrement*.

Les *fossés d'effondrement* sont connus dans diverses régions du globe. Le phénomène atteint une ampleur inaccoutumée dans l'Afrique orientale. En Europe même, un excellent exemple nous est offert par le fossé rhénan. L'allure rectiligne et le parallélisme des failles bordières, la présence habituelle de multiples gradins au voisinage de ces failles, la naissance, parfois, d'une voûte secondaire au milieu de la région affaissée, sont les traits caractéristiques. La tension superficielle paraît avoir joué un rôle important dans les débuts du phénomène.

Lorsqu'on cherche à plier une barre, il existe dans cette barre une surface composée de fibres neutres, de part et d'autre de laquelle les efforts élastiques changent de sens : tension du côté de la convexité, compression du côté de la concavité, si la barre était primitivement droite. Si la barre a déjà une courbure, il suffit d'exercer des pressions sur ses deux extrémités et suivant sa longueur pour produire le même résultat. Cette barre nous offre l'image de l'écorce résistante. Pour représenter l'écorce passive, il suffit d'imaginer une couche de matière non élastique disposée sur la surface convexe. Cette couche va participer à la tension; mais, en raison de son peu d'élasticité, elle se fissurera. La tension de la partie supérieure de la barre s'accompagne, en effet, d'un allongement que la couche non élastique est incapable de supporter sans rupture. Imaginons maintenant, non plus seulement une barre, mais une plaque courbe soumise à des pressions latérales, parallèles et de sens contraire, qui tendent à la faire fléchir, à en accentuer la courbure. Si, pour une cause quelconque, la plaque a commencé à céder en un certain point, la flexion, par raison de symétrie, se propagera de part et d'autre de ce point, suivant une ligne perpendiculaire à la direction des pressions. On obtiendra ainsi, sur la plaque, une *bande de flexion*, qui sera rectiligne si la plaque est homogène et si les pressions sont parallèles. Cette bande de flexion se traduirait évidemment, à la surface d'une couche non élastique disposée sur la plaque, par une fissure rectiligne perpendiculaire à la direction des pressions. Chaque fossé d'effondrement correspond en profondeur, dans l'écorce résistante, à une bande de flexion dirigée comme le fossé. Pour peu que la fissure s'écarte de

la verticale, l'une des parois se trouve en surplomb et ne peut subsister. Sous l'effet de son propre poids, un coin se détache et glisse jusqu'à ce que les deux parois de la fissure initiale viennent s'appliquer l'une contre l'autre. Ainsi s'expliquent la formation des fossés et leur allure rectiligne.

Si la fracture est très voisine de la verticale, il peut y avoir, dès le début, deux coins effondrés. D'autre part, le mouvement de flexion de l'écorce résistante n'est pas instantané; il peut continuer, après le premier effondrement. Alors, la fissure initiale s'élargit; le coin primitif glisse suivant les mêmes surfaces; ou bien, si, par un processus quelconque, le coin s'est soudé au bord du fossé, une nouvelle surface de glissement peut prendre naissance, soit dans le coin lui-même, soit dans les roches encaissantes. D'où les gradins. Les voûtes secondaires résultent simplement de la compression exercée sur le coin par les parois entre lesquelles il descend. Cette compression peut aller jusqu'à gonfler en anticlinal les couches dont il est formé.

Le prolongement du mouvement de flexion rend compte aussi des mouvements relatifs, intermittents et de sens variable, que les divers gradins prennent les uns par rapport aux autres. Quand une fissure intermédiaire tend à se rouvrir, c'est tantôt un compartiment, tantôt l'autre, qui s'affaisse de façon à maintenir la fissure fermée.

Enfin, si, après la formation du fossé, des sédiments se sont déposés au-dessus du coin effondré, et si, longtemps après, il vient à se former des gradins secondaires, les sédiments en question seront affectés par les failles qui séparent les gradins, au même titre que les terrains plus anciens. Mais si le mouvement a continué en utilisant la fracture principale, on verra les terrains les plus jeunes buter par faille contre les roches des bords du fossé.

Beaucoup de particularités des fossés d'effondrement sont ainsi expliquées par une seule et même cause : production, dans les zones profondes de l'écorce, d'une bande de flexion allongée et rectiligne, bande où la flexion, très lente, tantôt s'assoupit et tantôt se réveille, et se prolonge avec des intermittences, pendant plusieurs périodes géologiques.

PHYSIOLOGIE. — *A propos des recherches récentes de M. Newton Harvey sur la biophotogenèse.* Note ([1]) de M. **Raphael Dubois.**

J'ai montré antérieurement ([2]) que la lumière produite par les végétaux et les animaux résulte du conflit de deux substances isolables, chimiquement caractérisées, en présence de l'oxygène et de l'eau. L'une est une substance oxydante, que j'ai nommée *luciférase* à cause de ses nombreux caractères communs avec les zymases oxydantes, en particulier avec les oxydones; l'autre est un corps protéique oxydable offrant les réactions générales des albumines naturelles ([3]).

J'ai suivi, dans les deux séries animale et végétale, l'évolution du processus physiologique de la biophotogenèse et prouvé que partout il se montrait fondamentalement le même, mais que chez les Métazoaires à ce processus fondamental s'ajoutaient des fonctions accessoires de perfectionnement, n'enlevant rien d'ailleurs à la généralité du mécanisme intime que j'ai découvert.

Sous ce rapport, comme d'ailleurs sous celui de l'analyse physique qualitative et quantitative de la lumière physiologique, l'exactitude de mes résultats a été proclamée en France et à l'étranger.

Dans une Note récente ([4]), M. Newton Harvey s'exprime ainsi : « The credit of this discovery belongs entirely to Professeur Raphael Dubois of the University of Lyons », et, après avoir rappelé mes principales recherches sur les Pyrophores et sur la Pholade dactyle, l'auteur américain ajoute : « There is absolutly no doubt on the existence of luciferase and luciferine and the possibility of separating these two substances. »

M. Harvey ne s'est pas contenté de confirmer l'exactitude de mes résultats, il les a étendus d'une façon très heureuse, en montrant, par exemple, que la mouche lumineuse américaine commune contient la luciférine et la luciférase, que la luciférine d'une espèce de mouche lumineuse

---

([1]) Séance du 11 juin 1917.

([2]) Voir *La Biophotogenèse* (*Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 15-30 septembre 1916, p. 511-516; Paris, O. Doin et fils, édit.).

([3]) Voir Raphael Dubois, *De la place occupée par la biophotogenèse dans la série des phénomènes lumineux* (*Ann. de la Soc. linn.*, 12 janvier 1914) et *La Vie et la Lumière*, p. 130-132 (*in* Bibliothèque intern., Paris, Alcan, édit., 1914).

([4]) Newton Harvey, *The mecanism of light production in animals* (*Science*, n. s., vol. 44, n° 1128, 1906, p. 208-209).

(*Photinus*) peut agir sur la luciférase d'une autre espèce (*Photuris*) et *vice versa*, et aussi que la luciférase d'un Lampyre peut agir sur la luciférine d'un Pyrophore.

Il constate même qu'on peut obtenir de la lumière par l'action de la luciférase des *Photinus* (Lampyrides) sur la luciférine de Photobactéries, c'est-à-dire par une luciférine animale agissant sur une luciférine végétale : dans tous les cas, la présence de l'oxygène et de l'eau est nécessaire.

L'auteur américain est même arrivé à imiter la réaction photogène physiologique en mélangeant du pyrogallol additionné d'eau oxygénée à un suc végétal (pomme de terre ou navet) renfermant une oxydase. Le pyrogallol + H^2O^2, d'après Harvey, représentant la luciférine et le suc végétal, la luciférase ([1]).

Après ces conclusions si nettes, si absolument conformes à mes résultats personnels, on demeure étonné que M. Newton Harvey, dans une Note subséquente ([2]), propose de remplacer les mots *luciférase* et *luciférine* par les expressions nouvelles de *photogénine* et *photophéline*.

A partir de ce moment, les explications des expériences du savant américain deviennent très confuses. Il désigne sous le nom de *luciférase* ce que j'appelle *luciférine*, et réciproquement. Ainsi il conclut que la luciférase « qu'on trouve seulement dans les cellules lumineuses (!) » est la source de la lumière et, au lieu que la luciférine (qui, d'après Harvey, se trouverait distribuée abondamment dans toutes les espèces non lumineuses) soit un corps oxydable avec émission de lumière, c'est la luciférase qui serait détruite en produisant la lumière. La luciférine aiderait seulement et mériterait pour cette raison le nom nouveau de *photophéline* (de *phos*, lumière, et *opheleo*, assister).

Il y a toujours deux corps, l'un qui est oxydé avec production de lumière et l'autre qui favorise cette oxydation en présence de l'air et de l'eau, mais M. Harvey fait jouer à ce que j'appelle *luciférase* le rôle que j'ai démontré appartenir à la luciférine et réciproquement, après quoi il propose deux mots nouveaux pour remplacer les dénominations françaises.

D'ailleurs, il est impossible d'identifier ma luciférine avec la photophéline de M. Harvey puisque la première est thermolabile et détruite à 70°, tandis que la seconde serait thermostabile. Il s'agirait donc d'un agent

---

([1]) *Studies of bioluminescence* (*The amer. Journ. of Physiol.*, vol. 41, n° 4, 1916).

([2]) *The light-producing substances photogenine and photophelein of luminous animals* (*Science*, n. s., vol. 44, n° 1140, 1916).

auxiliaire de la réaction photogénique, comme est, par exemple, l'ammoniaque.

En outre, ma luciférine est autooxydable puisqu'elle s'oxyde lentement à l'air sans donner de lumière, tandis qu'elle en produit quand l'oxydation est brusquée par la luciférase : c'est donc ce dernier corps qui mériterait plutôt le nom de *photophéline*. Mais à quoi bon ces néologismes, qui ne peuvent qu'embrouiller une question dont la solution a atteint les dernières limites de l'analyse physiologique et chimique? La biophotogenèse est en dernier ressort classée, et *définitivement classée*, dans la catégorie des phénomènes désignés par Wiedemann sous le nom de *luminescences;* elle appartient au groupe des *chimiluminescences* par oxydation, ou *chimioxyluminescences*. On peut ajouter que si la biophotogenèse constitue un des plus beaux chapitres de la physiologie générale, c'est aussi une des rares fonctions vitales qui, en dernière analyse, ait pu être réduite à un simple phénomène physico-chimique.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les propriétés venimeuses de la sécrétion parotidienne chez des espèces de Serpents appartenant aux Boïdés et aux Uropeltidés.* Note de Mme **Marie Phisalix** et de M. **F. Caius**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'un de nous a dernièrement montré (¹) que les Colubridés ne sont pas seuls, comme on l'admettait jusqu'alors, à posséder une glande parotide, et que celle-ci se rencontre avec la même fréquence dans la famille des Boïdés et dans celles qui s'y rattachent.

Quelle est la signification biologique de cette glande? sa sécrétion est-elle toujours toxique, et convient-il dans ce cas de substituer à la désignation de Leydig (qui prête à l'ambiguïté en laissant supposer une comparaison possible entre les glandes des Serpents et celles des Vertébrés supérieurs) celle de *glande venimeuse?*

Dans le but d'élucider la question, nous avons recherché l'action de la sécrétion de la parotide chez toutes les espèces que nous avons pu nous procurer vivantes et en bon état.

(¹) Mme Marie Phisalix, *Sur la glande parotide venimeuse des Colubridés aglyphes, et sur l'existence de cette glande chez des espèces appartenant aux Boïdes et aux autres familles de Serpents qui s'y rattachent* (*Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 959).

En ce qui concerne les Boïdés et les Uropeltidés, nos premiers résultats portent sur *Eryx Johni* D. B., *Silybura pulneyensis* Bedd., *Platyplectrurus madurensis* Bedd. et *P. trilineatus* Günther.

Sans entrer dans des détails physiologiques qui feront l'objet d'une étude d'ensemble, nous donnerons cependant quelques chiffres qui permettront d'apprécier la haute venimosité parotidienne des espèces précédentes.

Les essais ont toujours été pratiqués avec des matériaux provenant de Serpents nouvellement capturés, et ont porté sur de petits Oiseaux qui sont, comme on le sait, tout particulièrement sensibles aux poisons des Vertébrés inférieurs.

1° *Eryx Johni.* — La glande parotide, à l'état frais, pèse de 6^{mg} à 8^{mg}.

L'extrait aqueux correspondant à deux glandes, soit $1^{cm^3},5$ de liquide inoculé dans le muscle pectoral, tue le *Plocens baya* Blyth ($P = 20^g$) d'une manière foudroyante en moins d'une minute.

Une dose moitié moindre détermine de la dyspnée, du hoquet, du rhoncus, de l'hypersécrétion nasale et de la narcose; mais ces symptômes disparaissent au bout de quelques heures, et le sujet guérit.

2° *Platyplectrurus trilineatus.* — La glande parotide est très petite et ne pèse que $0^{mg},25$.

L'extrait de quatre glandes, soit 1^{cm^3} de liquide inoculé sous la peau du cou d'un petit passereau *Culicicapa ceylonensis* Swains ($P = 7^g$), le tue instantanément.

La rigidité cadavérique survient aussitôt, et l'on trouve le cœur arrêté en systole ventriculaire.

3° *Platyplectrurus madurensis.* — Poids de la glande parotide $0^{mg},5$.

L'inoculation de 1^{cm^3} d'extrait, correspondant à six glandes, dans le muscle pectoral de *Merula simillima* Blyth ($P = 60^g$), détermine presque aussitôt de la narcose, de l'hypersécrétion nasale et de violentes convulsions.

L'arrêt du cœur a lieu ventricules en systole. On note en outre un volumineux œdème hémorragique au lieu d'inoculation, et de la congestion des poumons.

4° *Silybura pulneyensis.* — Poids de la glande parotide $0^{mg},5$.

1^{cm^3} d'extrait correspondant aux deux glandes, et inoculé dans le muscle pectoral de *Trochalopteron fairbanki* Blauf ($P = 37^g,5$), détermine comme symptômes immédiats de la dyspnée, de la narcose et une parésie fugace des pattes. Au bout de quelques heures la symptomatologie prend une allure spéciale : des périodes de veille, pendant lesquelles le sujet semble normal, alternent avec un état spasmodique, accompagné de narcose et d'une extraordinaire excitabilité réflexe.

Le sujet meurt au bout de 20 heures dans des convulsions cloniques et toniques, présentant à l'autopsie de la diastole ventriculaire, de la congestion des poumons et de l'œdème hémorragique au lieu d'inoculation.

Ces quelques faits sont éloquents, et non seulement ne laissent subsister

aucun doute sur la toxicité de la sécrétion parotidienne, mais ils la montrent si élevée qu'ils justifient, encore plus que chez la plupart des Colubridés aglyphes jusqu'ici essayés, le nom de *glande venimeuse*.

Ils montrent en outre que la fonction venimeuse n'est pas seulement, comme on l'admet généralement, localisée aux Vipéridés ainsi qu'aux Colubridés, mais qu'elle s'étend encore à d'autres familles où l'on n'en avait pas encore jusqu'ici soupçonné l'existence.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le sérum de la murène* (Muræna Helena *L.*). *L'action physiologique du sérum*. Note [1] de M. **W. Kopaczewski**, présentée par S. A. S. le Prince Albert de Monaco.

Après avoir mis en évidence les propriétés toxiques du sérum de la murène [2], nous avons étudié ses propriétés physiologiques, savoir : l'hémolyse, la bactériolyse, la précipitation et l'agglutination.

Le sérum obtenu par le procédé indiqué dans notre première Note a été dilué de son volume d'eau salée à 8 pour 1000. Les globules rouges du cobaye ont été lavés trois fois avec la solution physiologique par centrifugations successives; la suspension employée pour les expériences était de 1 pour 100; des doses croissantes du sérum normal ont été mélangées avec 1^{cm^3} de cette suspension et le volume complété avec de l'eau salée. Ces mélanges ont été portés à l'étuve de 37°.

Nos.	Sérum.	Sol. phys.	Glob. rouges.	
	cm³	cm³	cm³	
1...........	0,0	+1,0	+1	pas d'hémolyse
2...........	0,1	+0,9	+1	hémolyse partielle
3...........	0,2	+0,8	+1	hémolyse complète
4...........	0,4	+0,6	+1	id.
5...........	0,6	+0,4	+1	id.
6...........	0,8	+0,2	+1	id.
7...........	1,0			id.

Nous avons chauffé le sérum normal pendant un quart d'heure à 56° et répété les mêmes expériences.

(1) Séance du 25 juin 1917.

(2) W. Kopaczewski, *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 963.

Voici ce que nous avons observé :

Nos.	Sérum chauffé.	Sol. phys.	Glob. rouges.	
	cm³	cm³	cm³	
1...........	0,0	+1,0	+1	pas d'hémolyse
2...........	0,1	+0,9	+1	id.
3...........	0,2	+0,8	+1	id.
4...........	0,4	+0,6	+1	id.
5...........	0,6	+0,4	+1	id.
6...........	0,8	+0,2	+1	id.
7...........	1,0		+1	id.

Nous nous demandions alors si l'addition de lécithine aurait eu comme effet de rendre au sérum ses propriétés hémolytiques. C'est pourquoi nous avons ajouté aux mélanges ci-dessus $0^{cm^3},5$ d'une solution de lécithine à 1 pour 10000, préparée de la façon suivante : 1^g de lécithine pur d'œuf ayant été dissous dans 100^{cm^3} d'alcool méthylique pur, nous avons dilué 1^{cm^3} de cette solution dans 100^{cm^3} de l'eau salée. On porte les tubes de nouveau à l'étuve et au bout d'une heure on constate que l'hémolyse n'a pas eu lieu. On peut donc conclure que les propriétés hémolytiques du sérum sont détruites par le chauffage à 56° et que la solution de lécithine ne peut nullement remplacer le complément détruit par le chauffage.

Nous avons essayé si le sérum de la murène possède des propriétés bactériolytiques.

On enlève les voiles de trois tubes de bouillon d'une culture de 72 heures de *Bacillus subtilis*, dont on centrifuge le reste; le résidu est repris trois fois par la solution physiologique et finalement suspendu dans 20^{cm^3} de cette solution.

On mélange ensuite des quantités variables et l'on complète le volume final avec de l'eau salée. Après 2 heures d'étuve à 37°, aucune bactériolyse ne se produit; non plus après l'addition de lécithine.

Nous avons également constaté que le sérum est sans effet lytique pour d'autres espèces microbiennes étudiées, bacille typhique et colibacille. Seul le *Staphylococcus aureus* est dissous après un contact de 8 heures, à 37°.

Voici ces expériences :

Nos.	Sérum.	Sol. phys.	Suspension.	
	cm³	cm³	cm³	
1...........	0,0	+1,0	+1	pas de lyse
2...........	0,2	+0,8	+1	id.
3...........	0,4	+0,6	+1	id.
4...........	0,6	+0,4	+1	lyse partielle
5...........	0,8	+0,2	+1	lyse presque totale
6...........	1,0		+1	lyse totale

Les expériences sur les propriétés lytiques du sérum de la murène nous ont permis de constater qu'il ne possède pas de propriétés précipitantes ni agglutinantes.

Conclusions. — Le sérum normal de la murène possède des propriétés hémolytiques très accentuées; chauffé à 56° pendant un quart d'heure, il perd ces propriétés et la solution de lécithine ne peut plus remplacer le complément détruit.

Ses propriétés bactériolytiques ne sont pas très marquées, seul le *Staphylococcus aureus* est dissous après un contact prolongé.

Le sérum étudié ne possède pas de propriétés agglutinantes ni précipitantes.

PARASITOLOGIE. — *Sur la sensibilité du chimpanzé au paludisme humain.* Note de MM. **F. Mesnil** et **E. Roubaud**, présentée par M. Laveran.

Le paludisme se communique facilement d'homme à homme par inoculation de sang parasité; la voie intraveineuse paraît être la voie de choix. En revanche, on n'a, à notre connaissance, jamais réussi à transmettre le paludisme humain aux animaux ([1]). A la vérité, on a décrit des parasites endoglobulaires voisins des hématozoaires humains chez divers singes, mais les auteurs sont d'accord pour en faire des espèces distinctes. Citons :

Plasmodium kochi (Lav.) des singes africains, cercopithèques et cynocéphales, aussi du chimpanzé, d'après Lühe;

Pl. inui Halb. et Prow. (= *Pl. cynomolgi* Mayer) des macaques, espèce facilement inoculable aux macaques, cercopithèques et cynocéphales, mais qui ne paraît se développer ni chez l'orang-outang, ni chez le chimpanzé;

Pl. pitheci Halb. et Prow. de l'orang-outang, non inoculable aux macaques.

Nous trouvant dans des circonstances favorables pour reprendre des essais d'inoculation du paludisme humain, nous avons cherché d'abord à infecter le chimpanzé. Nous avions à notre disposition un individu, à la ménagerie de l'Institut Pasteur depuis plusieurs années, donc bien acclimaté et en assez bon état de santé, sauf une certaine faiblesse du train postérieur. Nous avons employé la voie intraveineuse comme devant être la plus efficace.

([1]) Voir à ce sujet A. Laveran, *Traité du Paludisme*, 2e édition, p. 136-144.

L'animal, chimpanzé femelle de 9^{kg}, a reçu le 22 mai, dans la veine du pli du coude, environ 8^{cm^3} de sang humain parasité, dilué dans une quantité égale d'eau citratée physiologique. Ce sang renfermait de nombreuses formes, en particulier des schizontes, de tierce bénigne (*Pl. vivax* Gr. et Fel., ou var. *tertiana* Lav.). Nous avons tenté l'inoculation bien que le malade ait pris la veille au soir 50^{cg} de quinine, les parasites ne nous ayant pas paru altérés.

Suivi avec soin du 23 mai au 6 juin, l'animal n'a montré dans son sang aucune forme parasitaire.

A cette dernière date, ayant eu à notre disposition un cas encore plus favorable (individu en plein accès avec nombreux parasites de la tierce bénigne à tous stades, n'ayant pas pris de quinine), nous avons à nouveau inoculé le chimpanzé; il a reçu dans la veine du pli du coude 8^{cm^3} à 9^{cm^3} de sang dilué dans une quantité égale d'eau physiologique citratée.

L'examen journalier du sang, négatif du 7 au 16 juin inclusivement, a été positif à partir du 18.

Le 18 juin les hématozoaires sont vus pour la première fois dans le sang : jeunes schizontes de 3 à 6 heures, à pigment peu abondant; l'hématie est hypertrophiée avec grains de Schüffner.

L'évolution se poursuit normalement suivant le type tierce : le 19 se différencient de rares gamètes à pigment peu abondant comme celui des schizontes; le 20 apparaît un début de schizogonie, et dans la soirée de jeunes schizontes de deuxième génération sont visibles.

C'est le 21 que se produit le maximum actuellement constaté de l'infection sanguine. Les formes sont assez nombreuses (en quelques endroits de la préparation, on compte jusqu'à un parasite par champ d'immersion), du type *vivax*. Elles deviennent plus rares à la troisième génération, très rares à la quatrième. A partir du 28 les examens sont négatifs.

A aucun moment nous n'avons pu reconnaître de rosaces typiques. Les stades de division les plus avancés ne dépassent pas trois à quatre masses chromatiques irrégulièrement disposées, sans reliquat pigmentaire. Dans un seul cas, cinq éléments chromatiques étaient visibles, mais le stade avait un aspect anormal.

L'animal n'a pas manifesté de réaction fébrile marquée. Du lendemain de sa première inoculation au 21 juin, la température a presque toujours oscillé entre 37,5 et 38,5, sans recrudescence particulière au cours de la poussée parasitaire. A partir du 21 la température oscille entre 36,5 et 37,5.

Étant donnés le long séjour à l'Institut Pasteur du chimpanzé, l'absence constatée d'hématozoaires au commencement de l'expérience et pendant la période du 22 mai au 16 juin, les caractères de l'infection observée, nous sommes convaincus que cette infection est bien due à l'une de nos inoculations de sang parasité, et nous pensons que c'est la seconde inoculation qui a été positive : la période d'incubation étant de 12 jours, chiffre moyen pour l'inoculation d'homme à homme. Il est possible que la première ino-

culation, en déterminant la production d'hémolysines pour le sang humain, ait favorisé les résultats de la seconde.

Nous espérons poursuivre ces recherches.

MICROBIOLOGIE. — *De la stérilisation des liquides par la chaleur sous couche mince*. Note de M. **Henri Stassano**, présentée par M. E. Roux.

J'ai poursuivi la mise au point du procédé de la stérilisation des liquides chauffés sous une couche extrêmement mince (environ dix hauteurs de bactéries), et pendant un laps minime de temps.

Dans cette méthode, qui a déjà fait l'objet d'une Communication sommaire à l'Académie ([1]), le liquide traverse, sous la pression uniforme d'un gaz comprimé inerte, l'azote, une cuve chauffante, formée par deux surfaces métalliques rectangulaires absolument planes, superposables, tenues écartées par un cadre en papier d'une épaisseur de $\frac{1}{100}$ de millimètre. Ce cadre limite à l'intérieur le périmètre de la cuve.

La longue expérience que j'ai de cette méthode m'a montré que tous les avantages qu'on pouvait logiquement en attendre, sur les procédés usuels de stérilisation, se réalisent rigoureusement. Ils sont :

1° De porter le liquide aussi rapidement et aussi régulièrement que possible à la température voulue. On sait qu'en vase clos, au bain-marie ou à l'autoclave, l'équilibre thermique ne s'établit que très lentement à l'intérieur des liquides, et avec d'autant plus de lenteur que leur volume est plus grand ;

2° De pouvoir refroidir le liquide aussitôt qu'il a atteint la température convenable, en le faisant passer directement de la cuve chauffante dans un réfrigérant sous la même poussée de l'azote. L'effet nuisible de la chaleur est ainsi arrêté net, dès que sa besogne est accomplie. En opérant en vase clos, on ne peut guère réaliser ce dernier avantage du refroidissement rapide, pas plus que l'avantage résultant de l'élévation presque instantanée de la température ;

3° De permettre d'opérer sur un très grand volume de liquide. Dans la stérilisation en vase clos on est de suite arrêté par les dimensions du bain-marie ou de l'autoclave, quelles qu'elles soient. L'appareil de laboratoire

([1]) *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 820.

dont je dispose, de modestes dimensions ($27^{cm} \times 17^{cm}$), permet de stériliser aisément, par heure, plus de 100^l de solution physiologique et de 30^l à 40^l d'émulsions bactériennes, sans dépasser la pression de 2^{kg}, ni trop élever la température.

En comparant les résultats obtenus par ce procédé de la couche mince avec les résultats courants de la stérilisation en vase clos, il ressort, avec la plus grande évidence, que la durée du chauffage est le facteur principal des altérations provoquées par la chaleur dans les êtres vivants et leurs milieux organiques, de nature albuminoïde. Au contraire, le degré de la température, dans certaines limites bien entendu, n'y joue qu'un rôle secondaire.

En voici quelques exemples des plus caractéristiques :

I. Une émulsion d'albumine d'œuf à 1 pour 100 dans de la solution physiologique, chauffée au bain-marie à 58° dans une boule de verre scellée à la lampe, sous le volume de 300^{cm^3}, devient opalescente au bout de 2 heures. Cette émulsion garde, par contre, toute sa limpidité lorsqu'elle est portée pendant une fraction de seconde à 75°.

II. Une dilution de fibrinogène (plasma salé de sang de cheval, étendu de 19^{vol} d'eau à 5 pour 100 de NaCl) précipite en moins de 15 minutes de séjour au bain-marie à 56°; le fibrinogène, au contraire, garde sa parfaite stabilité lorsqu'il est porté un instant à la température relativement élevée de 70°.

III. 1^l de toxine tétanique, chauffée au bain-marie à 55° pendant 1 heure, perd tout son pouvoir, même vis-à-vis des animaux les plus sensibles, le cheval et la souris. Cette même toxine passant dans mon appareil chauffé à 80°, où elle atteint momentanément 68°, garde encore une partie de son activité. Une souris à qui on injecte $0^{cm^3},5$ d'une toxine qui tue la souris témoin au $\frac{1}{5000}$ ne meurt pas, mais reste fortement paralysée pendant plus de trois semaines.

Chauffée seulement à 56°,5 et à 60°,5 par ce même procédé, la toxine tétanique qui tue une souris témoin au $\frac{1}{3000}$ de centimètre cube en deux jours n'accuse pas d'affaiblissement aux différentes dilutions de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{7000}$.

IV. Du sérum antitétanique de cheval, chauffé en couche mince à 67° pendant une fraction de seconde, se comporte absolument comme un échantillon non chauffé du même sérum. Chauffé au bain-marie à une température plus basse, 56°, mais pendant 1 heure 15 minutes, ce même sérum manifeste un léger affaiblissement.

V. Du lait de vache, stérilisé à 126°-128° par ce procédé, n'accuse ni la couleur, ni le goût de cuit bien caractéristiques du lait stérilisé en bouteille à l'autoclave, à la température inférieure de 115°. Et ce qui est encore plus démonstratif pour la thèse que je soutiens, c'est que ce lait stérilisé en couche mince, même s'il est porté à une température plus haute, à 135°, se montre beaucoup moins touché par le chauffage vis-à-vis de la présure, que du lait simplement porté à l'ébullition pendant quelques minutes.

En effet ce lait, dont la blancheur ni le goût naturel ne trahissent nullement la forte épreuve qu'il a supportée, caille par addition de lab-ferment presque aussi vite que du lait frais, et forme un coagulum épais qui laisse exsuder à peine un sérum parfaitement transparent, comme du lait frais. Le même lait, chauffé 15 minutes au bain-marie à 100°, présente des coagulums plus tardifs, beaucoup moins compacts, accusant des stries à l'instar des précipités; les sérums qu'ils exsudent abondamment sont verdâtres. Quant au lait stérilisé à l'autoclave, on sait qu'il ne coagule plus par addition de présure.

VI. Le principe qui découle si nettement et avec autant de constance de tous les nombreux et variés essais que j'ai faits du chauffage en couche mince trouve une nouvelle confirmation dans le fait suivant :

Du lait chauffé à 75° au bain-marie pendant 5 minutes, c'est-à-dire avant même que toute sa masse ait pris cette température, ne donne plus les réactions des diastases oxydantes et réductrices. Du même lait chauffé dans mon appareil, même à la température de 80°, réagit encore très nettement aux réactifs employés pour mettre en évidence ces enzymes. Seul un léger affaiblissement se manifeste à l'égard de la peroxydase.

La séance est levée à 16 heures et quart.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 18 juin 1917.)

Note de Mme *Marie Phisalix*, Sur la glande parotide venimeuse des Colubridés aglyphes, etc. :

Page 960, ligne 4 en remontant, *supprimer* d'opisthoglyphes et.
Page 961, *supprimer* les lignes 5 et 6.
Même page, ligne 16, *au lieu de* madiaensis, *lire* madurensis.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUILLET 1917.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce le décès, survenu le 15 juin 1917, de M. *Helmert*, Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des matières minérales sur la germination des pois.* Note de MM. **L. Maquenne** et **E. Demoussy**.

L'influence des sels métalliques sur la germination étant variable, ainsi que nous le démontrerons plus tard, avec la nature des mélanges dans lesquels ils se trouvent, il importe de déterminer d'abord, ce qui n'a jamais été fait jusqu'à présent, l'action que chacun d'eux exerce lorsqu'il est seul, en dissolution dans l'eau pure. C'est l'examen de cette question que nous allons exposer ici, en nous limitant aux principaux métaux usuels. Les expériences ont été conduites comme nous l'avons dit précédemment (1); elles ont toujours été faites en double, en sorte que les nombres inscrits dans le Tableau suivant représentent les moyennes de vingt mesures. Les poids indiqués font connaître les quantités absolues de matière active, supposée anhydre, qui ont été ajoutées à l'eau mouillant le sable, par conséquent mises à la disposition de 10 graines. L'aluminium a été donné sous forme d'alun de potasse.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 979.



Longueur (en millimètres) des racines, après 24 heures de trempage et 6 jours de germination.

	Poids de la matière active (en mg).						
	0.	0,10	0,25	0,50	1.	2.	5.
$NaCl$	26	26	25	26	26	33	41
KCl	23	23	24	24	23	24	25
Am^2SO^4	26	26	25	26	31	33	36
$CaSO^4$	30	42	58	79	74	75	78
$SrCl^2$	25	31	36	38	35	41	34
$BaCl^2$	26	28	33	31	26	25	19
$MgSO^4$	27	25	27	30	34	35	32
$ZnSO^4$	24	24	24	24	20	19	17
$MnCl^2$	27	30	30	39	39	42	40
$Al^2(SO^4)^3$	26	26	27	34	34	33	24
$PbCl^2$	25	26	26	26	24	17	15
$CuSO^4$	26	26	24	25	17	14	10

Les écarts que l'on constate entre les résultats obtenus avec l'eau seule sont dus aux variations de la température et au plus ou moins grand état de pureté des liquides ou du sable, qu'on ne saurait réaliser toujours avec la même perfection et qui, à ces limites extrêmes, n'est susceptible d'aucun contrôle précis. Dans chaque double série de 14 germoirs à 10 graines chacun on a employé la même eau, un même lot de sable et des graines trempées ensemble dans le même flacon. L'efficacité d'une solution quelconque se mesure alors par la différence entre le nombre correspondant et celui que donne l'eau pure sur la même ligne horizontale.

Si l'on compare les résultats obtenus ainsi avec les différents métaux essayés on voit que, à part le cas exceptionnel du calcium, les différences restent assez faibles jusqu'à la dose de $0^{mg},05$ de sel par graine, ce qui correspond à $\frac{1}{2500}$ de son poids sec; néanmoins le facies général des plantules change sensiblement quand on passe d'une série à l'autre, c'est ce que nous allons essayer de faire voir en donnant sur chacune d'elles quelques indications complémentaires.

Sodium. — Le chlorure de sodium pur reste indifférent jusqu'à la dose de $0^{mg},1$ par graine, puis devient avantageux au-dessus : il se développe alors des radicelles et même des traces de poils, plus abondants avec $0^{mg},5$ qu'avec $0^{mg},2$, mais il n'y a sans doute là qu'une action secondaire, tenant à ce que le chlorure de sodium, faisant double décomposition avec les

matières minérales contenues dans les enveloppes de la graine, met en liberté un peu de chaux. On trouve, en effet, notablement plus de calcium dans l'eau de trempage des pois quand on l'a salée au même titre que dans les germoirs, c'est-à-dire à raison de $0^{g},5$ par litre, que lorsqu'on l'emploie pure.

Potassium. — Le potassium, à l'état de chlorure et dans les mêmes conditions, est sans action jusqu'à la dose de $0^{mg},5$ par graine; on pouvait s'y attendre, puisque le potassium est le plus abondant des métaux contenus dans la graine, celui qu'elle abandonne avec le plus de facilité et, comme nous l'avons fait voir antérieurement, le plus mobile de tous ceux qui existent normalement dans les tissus végétaux ([1]).

Les travaux de MM. Schlœsing fils ([2]) et Coupin ([3]) nous ont appris qu'il peut agir sur les plantes, même en très faibles proportions, quand elles ont déjà acquis un certain degré de développement et en conséquence épuisé leurs réserves naturelles; les résultats précédents montrent de plus que sa présence est inutile tant que cette réserve est suffisamment abondante.

Ammonium. — Le sulfate d'ammoniaque agit exactement de la même manière que le chlorure de sodium et probablement pour la même raison, en déplaçant un peu de chaux qui alors, se diffusant dans le liquide, exerce son action sur les racines comme si elle était seule. M. Devaux a observé des déplacements de ce genre ([4]).

Calcium. — L'influence tout à fait prépondérante de ce métal justifie de la façon la plus complète, en l'étendant jusqu'à des limites absolument imprévues, l'importance que tous les physiologistes s'accordent à lui attribuer, depuis Böhm jusqu'à Mlle Robert. A la dose de $0^{mg},01$ par graine de sulfate ou de chlorure, ce qui correspond à $0^{mg},003$ de métal, environ $\frac{1}{40000}$ du poids de la semence sèche, il augmente la longueur des racines de près de moitié et commence à y faire apparaître des poils. La racine s'allonge davantage, en même temps que les radicelles et les poils deviennent plus abondants, quand la dose de calcium augmente, jusqu'à un maximum qui n'est pas compris dans le Tableau précédent, car la croissance est loin d'être terminée après 6 jours quand le liquide renferme plus de $0^{mg},5$ de sulfate de chaux par soucoupe. Le chiffre de 79^{mm} indiqué pour cette dose

([1]) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1400.

([2]) *Ibid.*, t. 130, 1900, p. 422.

([3]) *Ibid.*, t. 132, 1901, p. 1582.

([4]) *Ibid.*, t. 162, 1916, p. 561.

ne représente donc que le maximum d'élongation possible pendant ce temps dans les conditions les plus favorables.

Les résultats sont du même ordre quand on élève des graines semblables en tubes de quartz. Dans 50^{cm^3} d'une solution renfermant $0^{mg},1$ de sulfate de calcium par litre, c'est-à-dire, par rapport au métal, à la dilution de 3 cent-millionièmes, on observe déjà une formation de radicelles des plus caractéristiques : c'est le début de l'action. Avec une dose double la racine principale s'allonge et enfin, avec de plus fortes concentrations, on voit apparaître des poils, toujours absents dans l'eau pure et les liqueurs très étendues.

L'intensité de cet effet ne le cède en rien, au point de vue quantitatif, à celle qu'on reconnaît aux métaux les plus actifs, et il est bon de remarquer que, si faibles qu'elles soient, ces quantités ne représentent certainement pas la limite de l'influence du calcium. On ne saurait affirmer, en effet, que les milieux de culture dont on se sert ne renferment pas déjà, au moment de leur emploi et à la suite des manipulations dont ils sont l'objet, une fraction des quelques millièmes de milligramme de calcium qui suffisent à les rendre actifs.

Dans une Communication récente, M. Coupin [1] a signalé ce fait curieux que les sels de calcium, employés en excès, entravent la formation des poils sur les racines de *Lepidium sativum*. Si l'on rapproche cette observation de celles que nous venons de faire sur les pois, on est conduit à penser que la production des poils radicaux est, de la part du calcium, un témoignage d'action favorisante, par conséquent de dose appropriée aux besoins de la végétation, et l'arrêt de leur développement, *a fortiori* leur absence, une preuve d'intoxication par pléthore.

Tous ces faits montrent que la matière végétale possède une affinité puissante pour la chaux; on peut s'en assurer autrement, en examinant, par exemple, le liquide qu'on obtient en laissant macérer des pois dans une solution étendue de gypse; après 24 heures on n'y trouve plus que des traces de calcium, à côté de proportions notables de potassium, de magnésium, d'acide sulfurique et d'acide phosphorique.

Cette absorption est en rapport direct avec la pauvreté excessive de la graine et surtout de ses cotylédons en chaux. Si, en effet, on analyse séparément la graine décortiquée et ses enveloppes, en se bornant aux bases alcalino-terreuses qui s'y trouvent, on arrive aux résultats suivants :

---

(1) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 641.

	Proportion pour 100 de graines.	Cendres totales pour 100.	Chaux pour 100 de cendres.	Chaux pour 100 d'organes.	Magnésie pour 100 de cendres.	Magnésie pour 100 d'organes.	Poids absolus par graine. Organes.	Chaux.	Magnésie.
							mg	mg	mg
Téguments....	11,52	2,80	19,90	0.56	13,92	0,39	14,58	0,081	0,057
Cotylédons....	88,48	2,95	1,51	0,04	7,82	0,23	112,00	0,050	0,259
Graine entière.	»	2,93	3,53	0,14	8,49	0,25	126,58	0,131	0,316

Un grain de pois ne renfermant donc que $0^{mg},05$ de chaux, soit $0^{mg},036$ de calcium métallique dans ses réserves utilisables, il n'y a pas lieu de s'étonner outre mesure qu'une addition de $0^{mg},003$ du même corps, fraction importante, près d'un dixième de cette quantité, produise un effet utile; cela prouve simplement que la graine ne renferme pas à l'état naturel une proportion de chaux assez forte pour subvenir à ses besoins.

Le calcium est donc l'un des facteurs indispensables aux premiers débuts de la vie végétale et l'on conçoit sans peine que les plus faibles apports de ce métal par l'eau, le verre, les téguments, beaucoup plus riches en chaux que les cotylédons, les poussières ou toute autre cause imprévue, puissent jeter une profonde perturbation dans les résultats d'expériences où l'on ne s'est pas prémuni contre eux.

Il convient en outre de remarquer que, si elle est générale, cette sensibilité extrême des plantes à la chaux constitue une difficulté des plus sérieuses pour l'étude des cultures qui, comme celle des Mucédinées, exigent l'emploi de liqueurs nutritives complexes, impossibles à décalcifier d'une façon absolue. Si l'on observe de plus que ces liqueurs ont été jusqu'à présent préparées avec de l'eau distillée dans le verre, que souvent on les a stérilisées dans le verre, que la recherche de traces de calcium, enfin, est difficile à côté d'un excès de magnésium, toujours présent dans de pareils mélanges, on devra reconnaître que, pour être probants, tous les travaux relatifs à l'influence de ce métal sur les champignons inférieurs sont à reprendre avec des méthodes plus parfaites.

Strontium. — Le strontium est, après le calcium, mais bien loin derrière lui et très près du manganèse, le plus efficace des métaux essayés. Comme le calcium il détermine une production abondante de poils radicaux et n'est que peu toxique : observations conformes à ce qu'on savait déjà du remplacement possible du calcium par le strontium chez les êtres vivants, ainsi qu'aux résultats obtenus autrefois par M. Coupin [1].

Baryum. — Beaucoup moins actif que les précédents, le baryum se montre

[1] *Comptes rendus*, t. 130, 1900, p. 791, et t. 132, 1901, p. 645.

toxique dès la dose de $0^{mg},1$ de chlorure par graine. Les radicelles sont plus nombreuses que dans l'eau pure, mais il n'y a plus de poils et les racines noircissent à l'extrémité avec les fortes doses de 2^{mg} et 5^{mg} par soucoupe.

Magnésium. — Le magnésium n'est guère plus efficace que le baryum; il est seulement moins toxique et ne forme pas davantage de poils.

Zinc. — Inactif jusqu'à la dose de $0^{mg}.05$ par graine, toxique au-dessus. Les racines restent glabres, les radicelles sont rares et la racine principale brunit à l'extrémité avec les fortes doses, comme dans le cas du baryum.

Manganèse. — Agit à peu près comme le strontium; sa toxicité paraît être du même ordre, par conséquent assez faible, mais il ne donne que des traces de poils.

Aluminium. — Son action est peu favorable, analogue à celle du magnésium, mais plus toxique. Les racines restent rabougries, les radicelles et les poils sont rares.

Plomb. — D'abord indifférent, le chlorure de plomb devient fortement toxique à partir de $0^{mg},1$ par graine. Les racines, tronquées avec les fortes doses, portent quelques radicelles, de plus en plus nombreuses à mesure que la quantité de plomb augmente, et des traces de poils.

Cuivre. — Le cuivre, quoique réputé comme le plus toxique des métaux vulgaires, n'exerce qu'une action douteuse jusqu'à la dose de $0^{mg},05$ par graine ([1]), au-dessus de laquelle il devient foncièrement nuisible. L'arrêt du développement de la racine principale est alors compensé par une production abondante de radicelles aux points qui ne touchent pas au sable contaminé. La pointe de la racine devient noir bleuâtre avec les doses élevées, mais l'empoisonnement reste local.

Dans ces conditions, c'est-à-dire avec un contact imparfait entre le substratum et les organes naissants, ce qui réduit la surface d'absorption de la matière active à son minimum, l'effet du cuivre est donc moins énergique, en sens inverse, bien entendu, que celui du calcium; nous reviendrons sur ce point intéressant. Remarquons à ce propos que les graines employées ici ne contenaient naturellement que 3^{mg} à 4^{mg} de cuivre au kilogramme, soit à peu près $0^{mg},0005$ par graine, alors qu'on en a signalé dans la même espèce jusqu'à 30 fois plus (Wehmer, *Die Pflanzenstoffe*).

([1]) Dans certaines de nos expériences le sulfate de cuivre s'est montré déjà nuisible à cette dose, mais jamais à celles de $0^{mg},01$ et $0^{mg}.02$; en tubes il est plus actif, comme le sulfate de calcium, mais toujours moins que celui-ci.

De toutes ces observations nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° Le calcium paraît être le seul corps qui, en l'absence de tout autre, soit capable d'assurer la germination normale des pois, à son début.

2° L'action de ce métal se fait sentir à des doses extraordinairement faibles, inférieures à celles où la plupart des toxiques commencent à produire un effet.

3° Au-dessous de leur dose toxique et dans les conditions de nos expériences, les métaux nocifs ne favorisent pas la croissance des racines.

4° Après le calcium, à la dose de $0^{mm},05$ par graine, pour laquelle les toxiques employés n'agissent pas encore, viennent se ranger le strontium, le manganèse, l'aluminium, le baryum et le magnésium, beaucoup moins favorables, puis les métaux alcalins, le zinc, le plomb et le cuivre, qui semblent n'avoir aucun effet immédiat.

Dans ce travail nous n'avons examiné que l'évolution des racines, premier stade de la germination; celle des tiges fera l'objet de recherches ultérieures.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur le signe de la chaleur spécifique de la vapeur saturée, au voisinage de l'état critique.* Note [1] de M. **E. Ariès.**

Le résultat essentiel de la théorie exposée dans notre dernière Communication (*Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 986) a été d'établir que la chaleur spécifique d'un fluide, liquide ou vapeur, est positive aux très basses températures, et tend à s'annuler pour $T = 0$. Pour développer les conséquences de cette théorie à des températures plus élevées, nous avons été amené à admettre, d'ailleurs avec quelque réserve, que la chaleur spécifique d'une vapeur saturée était positive au voisinage de l'état critique. Nous avons donné les raisons, basées sur l'expérience, qui nous inclinaient à faire cette hypothèse : mais ce n'est qu'une hypothèse, comme nous avons eu le soin de le dire; sa vraisemblance peut être discutée, elle a même été contestée par certains savants.

Presque en même temps (1890-1892), E. Mathias, P. Duhem et M. C. Raveau pensaient pouvoir établir que la chaleur spécifique d'une vapeur

---

[1] Séance du 2 juillet 1917.

saturée devenait infinie et négative au point critique (¹). Pour les justes raisons données par M. Raveau lui-même, nous nous reporterons seulement à son Mémoire, qui se distingue par la précision et la rigueur des raisonnements. Il y est bien démontré que cette chaleur spécifique tend vers l'infini négatif à mesure que la vapeur s'approche de l'état critique, mais c'est avec le concours d'une nouvelle hypothèse, à savoir que le coefficient angulaire $\frac{\partial P}{\partial T}$ de la courbe de tension de vapeur, rapportée à l'axe des températures T et à l'axe des tensions P, conserve une valeur finie différente de zéro, même à la température critique. Cette hypothèse très naturelle, et qui s'imposerait même s'il s'agissait d'un point quelconque de la courbe, devient hasardée quand il s'agit d'un point si singulier que son point d'arrêt, qui est le point critique. Au voisinage de l'état critique, bien des coefficients, en usage dans la Physique, tendent très rapidement vers une limite nulle ou infinie, et ce n'est pas quand on se propose de démontrer que précisément l'un de ces coefficients devient infini, qu'il pourrait être loisible d'admettre, *a priori*, qu'un autre de ces coefficients ne peut s'annuler.

Cette nouvelle hypothèse ne simplifie pas, d'ailleurs, la recherche de la vérité. On sait, en effet, toutes les difficultés que présentent les observations au voisinage immédiat de l'état critique, où les variations les plus inattendues et les plus rapides se produisent dans certains phénomènes. Le coefficient $\frac{\partial P}{\partial T}$ peut lui-même tendre vers une valeur limite, zéro par exemple, sans laisser à l'opérateur aucun moyen pratique de la mesurer.

La question de savoir si la chaleur spécifique de la vapeur saturée est positive ou négative au voisinage de l'état critique ne peut être tranchée, croyons-nous, avec les seules ressources de la théorie, et nécessite l'intervention de l'expérience. La première de ces hypothèses n'est contredite, à notre connaissance, que par les déterminations de Mathias sur un seul corps, l'acide sulfureux. Ces déterminations ne nous paraissent pas très concluantes. Elles dérivent, d'une façon fort détournée, d'expériences qui

---

(¹) E. MATHIAS, *Séances de la Société française de Physique*, 1890, p. 122; *Journal de Physique*, 1890, p. 449; *Comptes rendus*, t. 119, 1894, p. 404 et 849; *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, t. 10, M. 1896. — P. DUHEM, *Travaux et Mémoires des Facultés de Lille*, 1891; *Mécanique chimique*, t. 2, 1892, p. 208 à 230. — C. RAVEAU, *Journal de Physique*, 1892, p. 461; *Séances de la Société française de Physique*, avril-novembre 1892, p. 260 et 266.

ont été conduites, sans doute, avec toute l'habileté désirable, mais qui sont très délicates, comme toutes celles concernant l'état critique. Si, de plus, l'opérateur doit faire l'application des mesures prises à des formules compliquées, avec intégrations et différentiations de fonctions empiriques comprenant la chaleur de vaporisation, la tension de vapeur saturée, la densité du liquide et de la vapeur saturée, pour arriver à établir péniblement une nouvelle formule empirique dont la dérivée donnera la chaleur spécifique de la vapeur expérimentée, il faut bien reconnaître que toutes ces mesures, tous ces calculs ne peuvent inspirer une bien grande confiance dans les résultats finalement obtenus.

Il semble que la question controversée peut être attaquée par l'expérience d'une façon plus directe et plus simple. Il ne s'agit, en somme, que de préciser le sens d'un phénomène sans avoir, d'ailleurs, à opérer au voisinage immédiat de l'état critique. Car si la chaleur spécifique de la vapeur saturée est infinie négativement au point critique, elle reste sur une certaine étendue de la courbe de saturation finie négativement avant d'arriver à s'annuler à une certaine température d'inversion T_θ, qui doit être notablement inférieure à la température critique.

Il suffirait donc de prendre une vapeur saturée, d'acide carbonique par exemple, à une température T', franchement inférieure à la température critique, mais encore notablement supérieure à la température présumée T_0 d'inversion, et de soumettre cette vapeur, ne comportant qu'une trace du liquide qui l'a produite, à une détente brusque et prolongée.

Si la chaleur spécifique du corps est négative, cette opération sensiblement adiabatique aura pour premier effet une condensation de vapeur qui, après avoir atteint un maximum, finira par disparaître complètement à une température T'' inférieure à T_0, pour ne plus laisser que de la vapeur sèche.

Si, au contraire, cette chaleur spécifique est positive, l'unique effet de cette détente adiabatique sera de faire disparaître très rapidement les traces du liquide et de surchauffer la vapeur sans qu'il ait été possible d'observer aucun commencement de condensation.

Le résultat de l'opération sera donc bien différent suivant que la capacité calorifique, à l'état initial de la vapeur, sera négative ou positive. On pourrait même, par un procédé d'approximations successives, déterminer dans une certaine mesure la température d'inversion T_0, si elle existe, car elle est toujours comprise entre les températures T' et T'', qui sont accessibles à l'observation, et qu'on peut rapprocher graduellement.

Quoi qu'il en soit, dans l'état actuel de nos connaissances, la question à élucider reste en suspens. Mais quelle que soit la solution que viennent lui donner des expériences instituées sur les bases que nous venons d'indiquer ou suivant toute autre méthode, cette solution ne pourra porter aucune atteinte à la rigueur de la théorie exposée soit dans notre précédente Communication, soit dans le Mémoire de M. Raveau, les deux hypothèses envisagées étant également compatibles avec les principes de la Thermodynamique.

Elles indiquent, toutes les deux, l'existence de trois lignes adiabatiques tangentes à la courbe de saturation ; mais, suivant le cas, le point de contact de la ligne supérieure se trouve au point critique pour lequel les deux chaleurs spécifiques du fluide se confondent, et il existe deux températures d'inversion (T_1, T_2) : ou bien ce point de contact, correspondant à une température plus basse T_0, descend vers la droite sur la courbe de saturation; il existe alors trois températures d'inversion (T_0, T_1, T_2) et, à la température critique, les deux chaleurs spécifiques du fluide sont bien encore égales, mais infinies et de signes contraires, ce qui résulte immédiatement de ce que, quand le point représentatif de l'état du fluide passe de la gauche à la droite du point critique sur la courbe de saturation, l'entropie continue à croître au lieu de passer par un maximum, comme dans le cas précédent.

RAPPORTS.

Rapport sommaire de la Commission de Balistique,
présenté par M. **P. Appell**.

Le capitaine **Risser** a adressé à l'Académie, le 7 juillet 1917, une *Note relative à la recherche de la variation de la portée résultant de l'effet du vent.*

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** fait savoir à l'Académie que les pouvoirs de ses Membres qui, au nombre de huit, font partie de la *Commission technique de la Caisse des recherches scienti-*

fiques touchent à leur fin et demande que l'Académie procède d'urgence à une nouvelle élection.

L'élection est fixée à la prochaine séance.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

Le Tome I du *Cours de Géométrie pure et appliquée de l'École polytechnique*, par Maurice d'Ocagne. (Présenté par M. le général Bourgeois.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes tautochrones.* Note (1) de M. A. **Thybaut**, présentée par M. P. Appell.

L'objet de cette Communication est la détermination et l'étude de toutes les courbes *planes ou gauches* qui sont tautochrones pour une force centrale proportionnelle à la distance; nous les appellerons plus simplement les *tautochrones*.

Dans un Mémoire classique (*Journal de Liouville*, 1re série, t. 9), Puiseux a traité le cas où les courbes sont situées dans un plan passant par le centre des forces; elles comprennent alors la droite, la spirale logarithmique, une autre spirale particulière, l'hypocycloïde et l'épicycloïde; mais, à notre connaissance, aucune recherche générale des tautochrones gauches n'a été publiée jusqu'à présent.

Voici le résultat auquel on parvient :

Si l'on prend pour origine le centre des forces O, on peut exprimer, *sans aucun signe de quadrature*, les coordonnées d'un point quelconque d'une tautochrone en fonction d'un paramètre; elles dépendent d'une fonction arbitraire de ce paramètre.

Les tautochrones possèdent quelques propriétés *caractéristiques* qui généralisent certaines propriétés bien connues des tautochrones planes et, en particulier, des épicycloïdes :

1° *Les tautochrones sont les courbes telles que chacun de leurs points et le point correspondant de l'une de leurs développantes soient conjugués par rapport à une sphère fixe* S, *réelle*, *de centre* O. Cette sphère passe par le

(1) Séance du 2 juillet 1917.

le point de tautochronisme; lorsqu'elle a un rayon nul, les tautochrones sont *les courbes qui coupent sous un angle constant les génératrices des cônes de sommet* O.

2° *La sphère* S *intercepte sur chaque tangente à une tautochrone, à partir du point de contact* M, *deux segments* MP, MQ *dont le rapport* λ *est constant.* Ce rapport est un nombre réel, fini, différent de 0 et de -1, ou bien un nombre imaginaire de module 1. Les tautochrones correspondant à l'hypothèse $\lambda = 1$ sont *les géodésiques des cônes de sommet* O.

3° Considérons, en chaque point M d'une tautochrone, le plan tangent qui passe par O et la normale en M située dans ce plan. Il existe une sphère S′ de centre O, qui intercepte sur chacune de ces normales deux segments MP′, MQ′ dont le rapport est constant et égal à $-\lambda$. Lorsque λ a la valeur 1, le rayon de la sphère S′ est infini; la réciproque est alors en défaut.

En particulier, si λ est réel, la sphère S′ est réelle; le point M est situé sur deux sphères réelles dont les rayons sont constants et qui sont tangentes aux sphères fixes S et S′, l'une aux points P et P′, l'autre aux points Q et Q′. Les deux sphères variables occupent donc la position des deux cercles variables qui interviennent dans la double génération des épicycloïdes.

4° *Les plans osculateurs à une tautochrone gauche déterminent sur la sphère* S *un faisceau de circonférences; sur les deux courbes sphériques qui constituent l'enveloppe de ces circonférences les arcs correspondants sont dans un rapport constant et égal à* λ. La droite qui joint les points correspondants des deux courbes sphériques est tangente à la tautochrone.

Parmi les tautochrones, on trouve une infinité de courbes planes; elles sont situées dans chacun des plans qui coupent la sphère S ou qui lui sont tangents.

Il y a aussi une infinité d'hélices; elles sont tracées sur des quadriques de révolution circonscrites à la sphère S le long d'un parallèle réel; l'hélice circulaire en fait partie.

Nous réservons pour un Mémoire détaillé les développements et les généralisations.

MÉCANIQUE. — *Tous les systèmes de ponts suspendus hyperstatiques connus sont les dérivés des ponts suspendus isostatiques et ces derniers ne sont que les cas particuliers d'un seul et unique système qui les comprend tous.* Note (¹) de M. G. **Leinekugel le Cocq**, transmise par M. L. Lecornu.

Dans une Communication précédente (²), on a montré que tous les systèmes de ponts suspendus rigides et isostatiques connus constituaient une famille bien définie, et qu'ils étaient tous des cas particuliers d'un ensemble formé de deux solides indéformables à trois articulations dont une commune.

Depuis cette Communication, on a imaginé un nouveau dispositif d'exécution du système le plus général de pont suspendu rigide, à arcs doubles, isostatiques et continus qui rentre naturellement dans la même famille (³).

Il suit de là que l'unique théorie générale, de deux solides indéformables à trois articulations dont une commune, détermine comme cas singuliers les formules définissant les efforts développés dans les fermes de suspension de tous les ponts suspendus isostatiques.

Comme on le montrera plus loin, tous les systèmes de ponts suspendus hyperstatiques ne sont que des dérivés des systèmes isostatiques; il s'ensuit que la même théorie générale donnera les formules applicables aux systèmes hyperstatiques en faisant entrer dans les équations de stabilité les conditions spéciales de non-isostaticité de chaque système dérivé.

En conséquence, ces conditions spéciales font disparaître certaines équations d'équilibre, et par suite exigent qu'on ait recours à d'autres équations complémentaires dérivant, non de la statique pure, mais de la résistance des matériaux.

En résumé, cet exposé met complètement en évidence par une déduction irréfutable la loi générale qui régit et lie les deux familles existantes des ponts suspendus isostatiques et hyperstatiques.

On montre ainsi que tout système hyperstatique est, comme on l'a toujours reconnu pratiquement, hétérogène, peu perfectible puisque, en

---

(¹) Séance du 25 juin 1917.

(²) *Comptes rendus* du 3 janvier 1911.

(³) Voir la description de ce nouveau système de pont suspendu rigide dans le numéro du *Génie civil* du 6 janvier 1917.

Mécanique, les systèmes vraiment parfaits et économiques sont ceux qui sont statiquement définis [1].



Tous les ponts suspendus hyperstatiques se réduisent aux trois systèmes suivants :

Le premier correspond à une suspension composée de câbles paraboliques avec ou sans poutres de rigidité ;

Le deuxième correspond à une suspension formée de câbles obliques ou rayonnants ;

Le troisième, le plus fréquemment adopté, est une combinaison des deux

---

(1) Ceci explique pourquoi le système du pont suspendu du commandant Gisclard à ferme triangulée, d'invention assez récente, a été adopté à l'instigation de notre collaboration en 1915 dans la zone des armées, pour remplacer les ponts détruits, alors que les systèmes hyperstatiques très anciens n'ont jamais été adoptés pour les armées en campagne possédant un matériel lourd.

premiers. Il est doublement hyperstatique, il se compose de câbles paraboliques pour la partie centrale et de câbles obliques.

Dans le cas où la partie centrale est de faible portée, on y dispose une travée métallique droite ou courbe et l'on supprime les câbles paraboliques. Ce troisième système est, en un mot, le pont cantilever renversé.

Les deux seuls systèmes hyperstatiques distincts sont dérivés : le premier du système isostatique rigide le plus général, à arcs doubles, continus, dans lequel les quatre nappes de câbles épousent par ferme la même courbe parabolique; quant au second il dérive du système isostatique à ferme triangulée, dans lequel on supprime les câbles de la membrure inférieure pour les remplacer par les poutres longitudinales du tablier.

PHYSIQUE. — *Sur les spectres de haute fréquence*. Note de M. **Manne Siegbahn**, présentée par M. Villard.

Dans une Note récente (¹) MM. R. Ledoux-Lebard et A. Dauvillier ont publié, au sujet de la série L des spectres de haute fréquence, des résultats semblant indiquer que certains travaux parus dans le *Philosophical Magazine* et le *Physical Review* ont échappé aux auteurs précédents.

Au sujet des mesures relatives aux spectres du tungstène, de l'iridium, du platine et de l'or, nous croyons devoir faire les remarques suivantes :

1° Ces spectres ont été étudiés en détail par M. E. Friman et nous-même (²).

2° Dans notre Mémoire se trouvent indiquées toutes les lignes mesurées par MM. R. Ledoux-Lebard et A. Dauvillier, ainsi que plusieurs autres.

3° Le classement des diverses séries ne nous paraît pas correct et les conclusions des auteurs, relativement aux intensités, ne seraient par suite pas valables.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mécanisme de la trempe des aciers au carbone*. Note (³) de M. **P. Chevenard**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Dans le but d'étudier le mécanisme des transformations qui s'effectuent au cours de la trempe des aciers au carbone, je me suis proposé de créer un

(¹) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 987-990.

(²) *Philosophical Magazine*, juillet 1916.

(³) Séance du 25 juin 1917.

dispositif d'analyse thermique, applicable lorsque la température varie avec une vitesse de l'ordre de plusieurs centaines de degrés par seconde.

La méthode expérimentale repose sur l'observation suivante : la vitesse de refroidissement spontané, dans une atmosphère inerte, d'un fil d'acier, préalablement porté au rouge par un courant électrique, varie entre de larges limites avec la nature du gaz. Le refroidissement dans l'*hydrogène* provoque en général une *trempe;* dans l'*azote*, on a le plus souvent un *recuit*. Par mélange des deux gaz, on obtient toute la gamme des conditions intermédiaires.

L'inscription photographique de la courbe de dilatation thermique, pendant le refroidissement, révèle les transformations du métal avec une sensibilité très élevée et quasi indépendante de la vitesse. Cette vitesse s'inscrit elle-même par une interruption périodique du faisceau lumineux.

L'appareil employé utilise le principe du dilatomètre différentiel enregistreur décrit dans une précédente Note. Par un mécanisme identique, il trace une courbe dont l'ordonnée mesure la différence des dilatations du fil étudié et d'un fil étalon en *baros* maintenu à la même température; cette température s'inscrit par la dilatation de l'étalon qui parcourt l'axe des abscisses. Les deux fils, d'un diamètre de $0^{mm},23$, tendus verticalement à faible distance dans une enveloppe étanche, sont placés en dérivation dans un circuit dont le courant peut varier par degrés insensibles. On règle l'intensité dans chaque fil jusqu'à obtenir l'égalité de leurs températures, estimée par la comparaison de leurs éclats à travers une glace monochromatique rouge : $630^{\mu\mu}$. (Les fils sont préalablement noircis.)

L'acier à l'état γ et le baros ont des capacités calorifiques très voisines : aussi l'égalité initiale de température des fils est-elle approximativement conservée pendant le refroidissement, *jusqu'au début du phénomène de transformation*. Les erreurs qui subsistent dans l'indication de ce point sont, en tous cas, d'un ordre très inférieur aux déplacements qui résultent des traitements différents. Le fil d'acier est prolongé de part et d'autre par deux attaches en baros (très faible conductibilité thermique). Le rôle de ces fils de garde est d'obtenir une température uniforme suivant la longueur de l'échantillon.

Pour caractériser l'état d'un fil après un traitement donné, on recourt à l'examen microscopique et à des essais mécaniques appropriés : mesure de l'angle de pliage avant rupture, du fil encastré à un bout; mesure de la largeur de l'empreinte produite sur le fil par un couteau pressé transversalement par une force de 2^{kg}.

Pour un acier et des conditions de refroidissement donnés, l'aspect de

la transformation au refroidissement dépend de la température atteinte à la chauffe. Quand on élève graduellement cette température initiale, la transformation Ar, d'abord *unique* à haute température (600° à 650°), s'abaisse progressivement; à partir d'une certaine température θ_0, la transformation se *dédouble*, une partie étant rejetée aux basses températures (200° à 300°); puis la partie rejetée s'accroît au détriment de la partie qui subsiste à haute température, et au delà d'une température θ_1, le *rejet* est *complet*.

Lorsqu'on fait croître la vitesse, les températures θ_0 et θ_1 s'abaissent très rapidement et se rapprochent l'une de l'autre; aux très grandes vitesses, θ_1 se confond avec la fin de Ac :

Acier eutectoïde (C : 0,86; Si : 0,08; Mn : 0,15 pour 100).

Mode de refroidissement.	Vitesse à 750° (degrés p. sec.).	θ_0.	θ_1.
Azote	450°	940°-950°	990°-1000°
$\frac{1}{3}$ Az + $\frac{2}{3}$ H	700	765-770	785- 790
Hydrogène	1200	»	fin de Ac

La transformation *unique* à haute température correspond à l'état *recuit :* perlite, dureté minima.

Le *rejet* aux basses températures donne l'état *trempé :* martensite, dureté maxima. La terminaison de la courbe à température ordinaire, en pleine période de transformation, indique nettement un phénomène inachevé; d'ailleurs, le fil s'allonge quelque temps encore après son retour à la température ambiante, ce qui traduit une continuation de la transformation.

Dans le cas du dédoublement, les phénomènes sont plus compliqués. Il semble impossible, surtout aux vitesses élevées, d'obtenir une demi-trempe absolument uniforme suivant la longueur de l'échantillon : les moindres écarts de la température initiale de chaque portion du fil, par rapport à la température moyenne ont, en effet, un retentissement important sur le mécanisme de la transformation. Toutefois, en prenant des précautions spéciales (fil court, refroidissement dans l'azote), on a obtenu des échantillons ayant présenté le phénomène du dédoublement, dont les propriétés, sans être parfaitement uniformes, étaient, en *tous les points*, *intermédiaires* entre celles des états recuit et trempé. L'examen microscopique accuse la présence simultanée de troostite et martensite.

En résumé les résultats obtenus confirment complètement les conclusions, récemment exposées par MM. Portevin et Garvin [1] :

1° La *trempe* résulte d'une transformation *rejetée* aux basses températures; cette transformation est incomplète, et la martensite renferme une certaine proportion de métal à l'état stable à chaud. On peut supposer que cette portion renferme tout le carbone à l'état de solution; cette hypothèse expliquerait la disparition par la trempe de « l'anomalie de la cémentite ».

2° Pour un mode de refroidissement donné, la température maxima de recuit θ_0 et la température minima de trempe θ_1, sont d'autant plus *élevées* et *écartées* l'une de l'autre, que la vitesse est plus *faible*.

3° Le *rejet* de la transformation aux basses températures s'effectue, non d'une manière continue, mais par le mécanisme du *dédoublement*. Aux points ou il y a eu dédoublement, on observe un mélange de troostite et de martensite : la troostite qui correspond à la partie transformée à haute température a donc la constitution de la perlite.

Les vitesses de trempe obtenues sur des fils très fins sont probablement plus grandes, toutes choses égales d'ailleurs, que celles qu'on peut déduire d'essais effectués sur des échantillons volumineux trempés par immersion; dans ce dernier cas, en effet, la pression créée au cœur par la contraction des couches périphériques tend à s'opposer au passage de l'état γ à l'état α.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les aciers au manganèse.* Note [2] de M. A. **Portevin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Nous avons montré [3] qu'on pouvait faire apparaître, par un refroidissement suffisamment lent, le constituant perlitique dans des aciers au chrome qui jusqu'alors n'avaient été observés qu'à l'état martensitique, en d'autres termes à amener à l'état doux stable à froid des aciers considérés comme n'existant qu'à l'état dur hors d'équilibre. Ces deux états s'obtenant après des refroidissements dont la durée totale était de l'ordre de 75 heures dans le premier cas et de 4 heures dans le deuxième.

A la même époque nous avons soumis à des traitements analogues des

---

[1] *Influence de la vitesse de refroidissement sur la température de transformation et la structure des aciers au carbone* (*Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 885).

[2] Séance du 2 juillet 1917.

[3] Portevin, *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 64.

aciers au nickel, au manganèse ([1]) et au tungstène ; les résultats micrographiques concernant les aciers au nickel et au tungstène, qui avaient été soumis à MM. Le Chatelier et Osmond, présentent d'assez grandes difficultés d'interprétation et semblent conduire à la conception de nouveaux constituants. Par contre, ceux relatifs aux aciers au manganèse s'expliquent plus facilement, surtout si l'on tient compte des conclusions auxquelles nous a conduit l'étude de la trempe des aciers au carbone faite avec M. Garvin ([2]).

Dans des conditions de recuit normales (1000°, durée de refroidissement

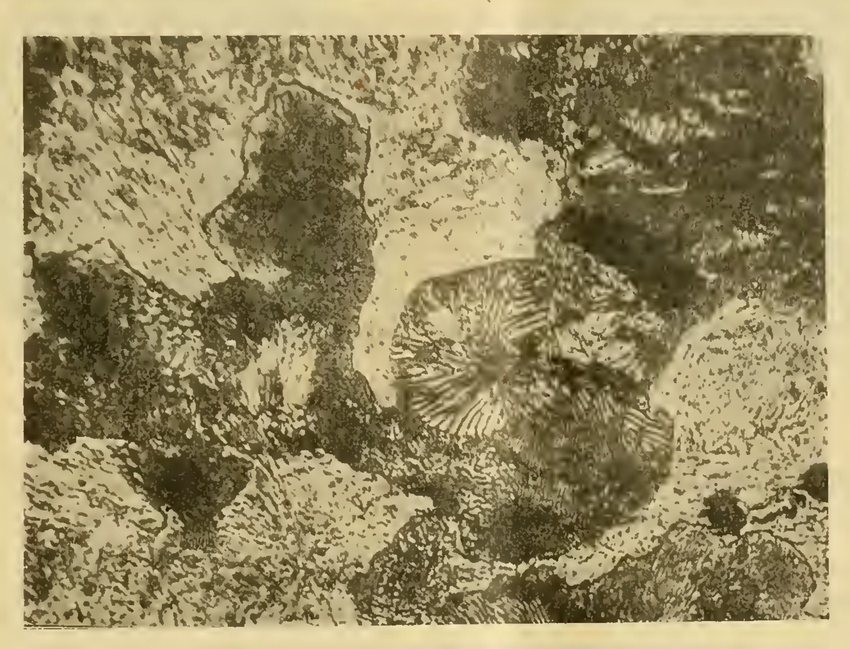


Fig. 1. — Gross. : 1000.

de 3 à 5 heures), ces aciers, lorsque les teneurs en manganèse et en carbone sont suffisantes, sont à l'état austénitique ([3]), doux non magnétique, stable à chaud. Par chauffage vers 550°, M. Le Chatelier ([4]) avait déjà signalé qu'on pouvait les amener à l'état magnétique par apparition de troostite.

Le même phénomène se produit lorsqu'on ralentit le refroidissement lors du recuit; mais, si l'on opère dans les conditions de nos expériences (température atteinte, 1300°; durée du refroidissement, 75 heures de 1300°

([1]) PORTEVIN, *Assoc. intern. pour l'essai des matériaux* (*Procès-verbal* de la séance du 25 novembre 1911).

([2]) PORTEVIN et GARVIN, *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 885.

([3]) OSMOND, *Annales des Mines*, 1900. — GUILLET, *Rev. Mét.*, t. 1, 1904, p. 89.

([4]) H. LE CHATELIER, *Comptes rendus*, t. 119, 1894, p. 272.

à 100°), les modifications sont plus profondes et permettent diverses constatations; certaines nous ont paru intéressantes à signaler, car elles apportent de nouveaux éléments d'information sur l'équilibre du système Fe-C-Mn et sur les constituants troostite et perlite.

1° Par recuit suivi de refroidissement très lent (75 heures) d'aciers contenant 7 pour 100 Mn et de 0,5 à 1 pour 100 C, on peut obtenir de la perlite lamellaire avec la martensite; les amas de perlite présentent des formes arrondies et noduleuses qui sont souvent considérées comme l'apanage exclusif de la troostite en milieu martensitique ou austénitique; on peut alors remarquer que les lamelles de perlite ont une disposition rayonnée ou en éventail (*fig.* 1); il semble donc que la forme extérieure de l'amas soit sous la dépendance du mode de cristallisation de ces éléments.

Par recuit ordinaire ces aciers retournent à l'état austénitique avec variation corrélative des propriétés mécaniques et physiques; en voici un exemple relatif à un acier à 8,6 pour 100 Mn et 0,8 pour 100 C :

	Structure.	Dureté Brinell.	Résistivité (microhms : cm³).
Après refroidissement très lent..	perlite + martensite	435	51,1
Après refroidissement de 5 heures à partir de 1000°............	austénite pure	217	63,1

Il y a à la fois adoucissement considérable et mise en solution de carbone. Si l'on suit, par la méthode différentielle, l'échauffement de cet acier à l'état dur, on note un point de transformation très net vers 640°.

2° Sur un acier à environ 12 pour 100 Mn et 1 pour 100 C on a pu par refroidissement très lent arriver à obtenir la coexistence de la perlite lamellaire et de l'austénite séparées en général par une bordure mince de troostite (voir *fig.* 2). La perlite très bien caractérisée peut donc s'observer en même temps que l'austénite; ce n'est pas un caractère spécifique absolu de la troostite. La perlite présente parfois des formes arborescentes dans lesquelles la direction des lamelles est en relation avec l'orientation générale des rameaux. Par recuit ordinaire tout redevient austénitique.

3° Enfin on peut trouver naturellement les complexes troostite-perlite-martensite-austénite, la martensite entourant les amas troosto-perlitiques; et alors il a été possible de constater que les directions des aiguilles de martensite se prolongeaient dans l'austénite qui apparaît alors comme clivée dans trois directions; la figure 3, relative à un acier à 0,66 pour 100 C et 9,8 pour 100 Mn refroidi lentement, montre cette genèse de la martensite qui résulte donc bien d'une transformation polymorphique de l'austénite.

En résumé on a réussi à trouver des exemples d'existence de la perlite

lamellaire en même temps que de la martensite ou de l'austénite, les amas de perlite présentant parfois les caractères morphologiques extérieurs habituels de la troostite. Enfin, même en partant d'une haute température (1300°), on peut, en ralentissant suffisamment le refroidissement, arriver à provoquer, dans les aciers au manganèse primitivement austénitiques, partiellement

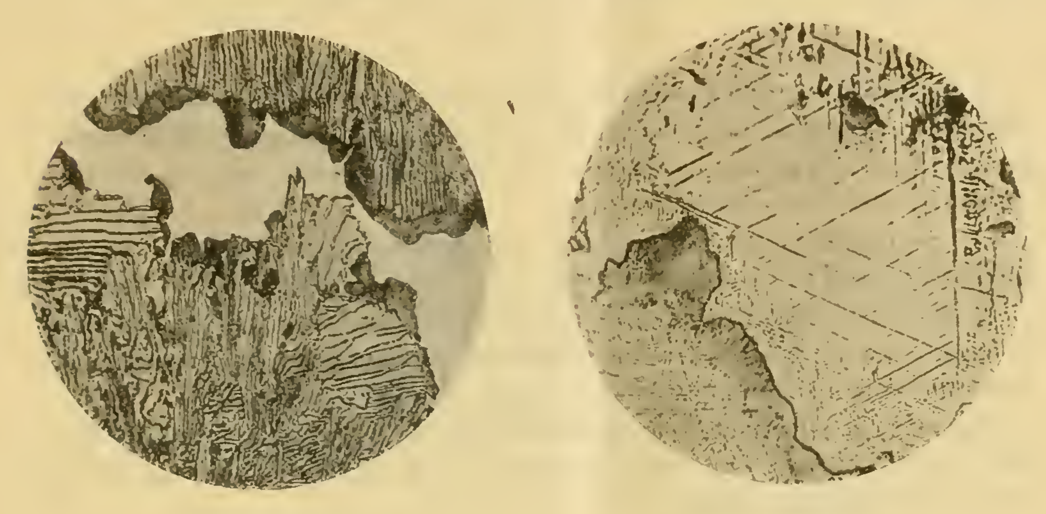


Fig. 2. — Gross. : 200. Fig. 3. — Gross. : 550.

la transformation à température élevée (perlite, troostite), le surplus restant non transformé (austénite) ou subissant à basse température la transformation qui amène la naissance de la martensite.

L'étude des aciers spéciaux ainsi préparés a été interrompue en 1914; elle sera continuée ultérieurement.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une méthode de détermination des poids moléculaires.* Note de M. **Édouard Urbain**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Un mélange de deux liquides non miscibles et volatils tous deux, en présence de leur vapeur, est monovariant

$$v = n + 2 - \varphi.$$

Le nombre des constituants est 2, le nombre des phases est 3,

$$v = 4 - 3 = 1.$$

T désignant la température d'ébullition du mélange et H la pression,

$$T = f(H).$$

Sous pression constante, la température d'ébullition demeure constante.

p et p_1 désignant les pressions partielles à la température T, on devra avoir

$$H = p + p_1;$$

remarquons que si, par exemple, p est connu on aura

$$p_1 = H - p.$$

Il en résulte que T est certainement inférieure à la température d'ébullition du constituant qui bout le plus bas ; il résulte également de la constance de T que, dans le distillat, les poids des deux liquides doivent demeurer dans un rapport constant.

Ces résultats ont été obtenus en dehors de toute considération théorique par J. Pierre et Ed. Puchot [1].

Berthelot fit remarquer que les quantités vaporisées sont entre elles dans le même rapport que les produits des densités de vapeur des deux liquides par leurs tensions actuelles dans les conditions de l'expérience.

Soient d, p, q la densité de vapeur, la tension et le poids de liquide passant à la distillation pour 100g de distillat, et d_1, p_1, q_1 les données correspondantes de l'autre liquide, on a

$$\frac{d \times p}{d_1 \times p_1} = \frac{q}{q_1}.$$

Si d et p sont connus et le rapport $\frac{q}{q_1}$ déterminé par l'analyse, on obtiendra d_1 et par conséquent le poids moléculaire ; on aura, en effet,

$$M = \frac{28,75\, dpq_1}{(H - q)q}.$$

J. Pierre et Ed. Puchot (*loc. cit.*) signalent que, dans certains cas, la somme des forces élastiques déterminées isolément dépasse notablement la pression atmosphérique du moment. C'est sans doute cette observation qui a arrêté toute recherche dans cette voie; mais on doit remarquer que les systèmes étudiés par ces auteurs, c'est-à-dire eau et alcool amylique, eau et alcool butylique, sont assez mal choisis. En effet, ces alcools sont notablement solubles dans l'eau, et l'eau assez soluble dans ces alcools, et l'on n'a plus affaire aux tensions de vapeur des corps purs, mais seulement à celles de leurs solutions réciproques.

Il existe cependant de nombreux corps de Chimie organique dont la

---

[1] *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. 26, 1872, p. 19.

miscibilité avec l'eau est tellement faible qu'on pouvait espérer déterminer leur poids moléculaire par cette méthode.

Les systèmes (eau et tétrachlorure, eau et benzène) sont dans ce cas.

	CCl^4.	C^6H^6.
Hauteur barométrique	762^{mm}	762^{mm}
Températ. d'ébullition avec l'eau	68°	69°,2
Tension H^2O (Regnault)	214	225
$H - p$	548	537
Composition du mélange pour 100 passant à la distillation	4,4 H^2O / 95,6 CCl^4	8,7 H^2O / 91,3 C^6H^6
Poids moléculaire obtenu	152,7	79
Théorie	154	78

Les hydrocarbures paraissent bien justiciables de cette méthode; c'est ainsi que le tétrahydrure de limonène a donné les résultats suivants :

	$C^{10}H^{20}$.
Hauteur barométrique	765^{mm},5
Température d'ébullition avec l'eau	98°
Tension H^2O (Regnault)	707
$H - p$	58,5
Composition du mélange pour 100	61 H^2O / 39 $C^{10}H^2O$
Poids moléculaire obtenu	138,2
Théorie	140

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence du genre* Stromatoporella *Nicholson* [1] *dans le Sénonien des environs de Martigues* (*Bouches-du-Rhône*). Note de Mlle **Yvonne Dehorne**, présentée par M. Émile Haug.

Le Sénonien marin des bords de l'étang de Berre, entre Martigues et la Mède, comporte, au delà de la zone à *Lima ovata*, de nombreuses alternances de bancs à Rudistes et de calcaires à Foraminifères, à Polypiers et à Nérinées.

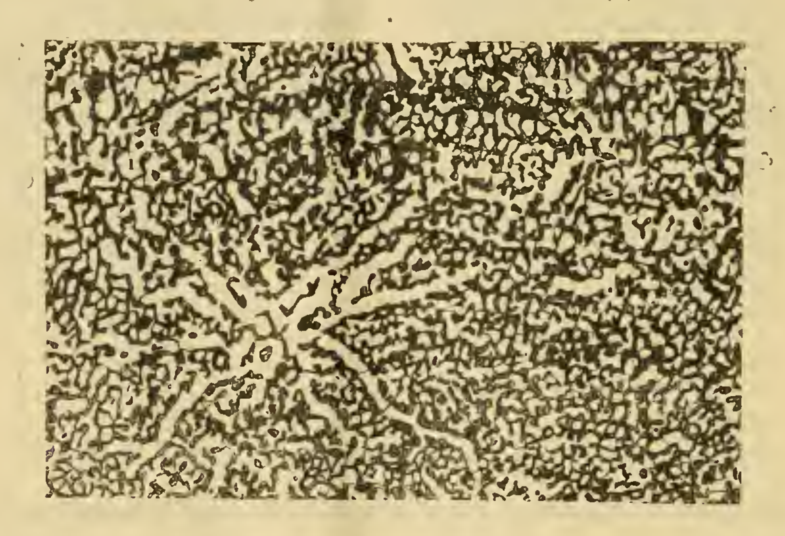
Les couches les plus résistantes s'avancent dans les eaux de l'étang en formant de petits promontoires, et c'est à l'extrémité de l'un d'eux que j'ai distingué des colonies massives de Stromatopores, dont les surfaces, irrégulièrement bosselées, présentent de larges et nombreuses astrorhizes. Il n'a pas été possible de les dégager entièrement

(1) H.-A. Nicholson, *A monograph of the british Stromatoporoids* (*Palæontographical Society*, 1886-1892).

parce qu'ils forment, avec les débris d'Hippurites et avec les Polypiers qui les accompagnent, une roche extrêmement compacte.

Les Hippurites sont peu nombreuses et de petite taille, tandis que certains Polypiers que Michelin [1] a figurés dans son *Iconographie* sous les noms de *Chætetes irregularis* Mich., *Ch. flabellum* M. et *Ch. Coquandi* M. (*Reptomulticava* d'Orb.) y prennent un développement considérable. En plusieurs endroits, la roche est couverte de plaques de *Lithothamnium* d'un rouge vineux.

Les Stromatopores et les grands Chætétidés font défaut dans le calcaire marneux sous-jacent, mais on y trouve des Foraminifères en abondance et de petites colonies arborescentes d'un Polypier qui me paraît correspondre à l'*Alveolites Massiliensis* Mich. (*Iconog. Zoophyt.*, pl. 73, fig. 1) et qui figure dans la collection Munier-Chalmas sous les noms de *Polytremactis* et de *Rhodonactis* [2].



Coupe tangentielle, grossie 7 fois.

Je ne puis encore, à l'heure actuelle, préciser l'importance du développement que les Stromatopores ont pu prendre dans la couche où j'ai relevé leur présence. En suivant le sentier qui longe la rive de l'étang et à quelque distance du premier gisement, j'ai trouvé quelques blocs isolés de Stromatopores dont l'un, mesurant $24^{cm} \times 20^{cm} \times 13^{cm}$, représente une colonie à peu près intacte; la surface ne possède pas ces éminences coniques réguliè-

---

(1) H. MICHELIN, *Iconographie zoophytologique*, Paris, 1840-1847 (pl. 72, fig. 9; pl. 73, fig. 2 et 3).

(2) Je montrerai dans un prochain travail, accompagné de planches photographiques, combien ces petites colonies dendroïdes sont voisines des grands Chætétidés de la couche supérieure et pour quels motifs il convient de rattacher toutes ces formes aux Bryozoaires.

rement dispersées qui caractérisent certaines espèces paléozoïques des genres *Actinostroma* Nich. et *Stromatopora* Goldf., ainsi que l'espèce cénomanienne *Actinostromaria stellata* Mun.-Chalm.; elle est couverte de grandes astrorhizes aux branches abondamment ramifiées. La portion basale de la colonie semble dépourvue d'épithèque; les couches successives d'accroissement sont légèrement ondulées.

On peut distinguer sans peine à la loupe et même à l'œil nu la structure du squelette : les *laminæ* et les *latilaminæ* assez nettement marquées, les piliers radiaux presque régulièrement parallèles et toujours bien distincts ne permettent pas de rapporter cette forme au genre *Stromatopora* Goldf.

D'autres caractères cependant, observables dans les sections minces et à un faible grossissement, leur sont communs : ce sont la présence de petites cloisons transversales ou *tabulæ*, d'une part dans les tubes zooïdaux et d'autre part dans les branches des astrorhizes (voir la figure).

Cette dernière particularité m'a déjà permis de rapprocher *Stromatopora Choffati* (¹) Y. Deh. sp. d'une espèce silurienne *Stromatopora discoidea* Nich. sp. et d'une forme du Jurassique supérieur du Sud-Tunisien, que je décrirai ultérieurement. Mais, tandis que, dans *Str. Choffati*, les tubes zooïdaux ont de nombreux *tabulæ* et que les astrorhizes petites et peu branchues sont irrégulièrement réparties sur la surface de chaque *lamina*, les loges zooïdales de l'espèce sénonienne possèdent, au contraire, peu de *tabulæ* et les nombreuses et larges astrorhizes des *laminæ* successives se superposent les unes au-dessus des autres : il en résulte que les portions centrales des systèmes astrorhizaux forment par leur empilement un tube vertical ou *tube axial*, dans lequel viennent confluer toutes les branches astrorhizales au niveau de chaque lamina (²).

Nicholson a décrit une disposition analogue dans le genre dévonien *Stromatoporella* Nich. (³); voici d'ailleurs les caractères qu'il donne pour justifier la création de ce genre : « Astrorhizes *superposées*, largement développées, pourvues de cloisons internes ou *tabulæ astrorhizales;* tubes zooïdaux irréguliers, souvent limités à un espace interlaminaire et ne *possédant qu'un petit nombre de tabulæ; laminæ* concentriques et piliers radiaux relativement bien développés. »

(¹) Y. Dehorne, *Note sur un Stromatopore nouveau du Lusitanien de Cezimbra (Portugal)* (*Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 117, *fig.* 1).

(²) Cette superposition des astrorhizes s'observe aussi chez un Stromatopore cénomanien : *Actinostroma stellata* M.-Ch. (voir Haug, *Traité de Géologie*, t. 2, *Pl. CXVII*).

(³) *Loc. cit.*, p. 92-95.

La structure résumée par cette diagnose ne différant pas de celle que j'ai observée chez le Stromatopore sénonien, il me paraît logique de rapporter cette forme nouvelle au genre *Stromatoporella* Nicholson. Les espèces de ce genre, jusqu'à présent décrites, appartiennent à l'époque primaire et aucune d'elles ne présente, avec l'espèce sénonienne que je décris, des caractères parfaitement identifiables; je propose, par conséquent, pour cette dernière le nom de *Stromatoporella Haugi*.

Il est intéressant de rappeler qu'un autre Stromatoporidé que j'ai rapporté au genre *Actinostroma* (¹) Nich. a été trouvé par M. le professeur Kilian dans le Sénonien à Hippurites des environs de Martigues, près de la nouvelle gare, et que le genre *Stromatopora* Goldf. lui-même a des représentants (²) jusque dans la période crétacée.

ZOOLOGIE. — *Ponte du Rhynchite coupe-bourgeon* (Rhynchites conicus) *et anatomie de sa larve*. Note de M. L. Bordas, présentée par M. Edmond Perrier.

Les *Rhynchites conicus* sont de petits Charançons de $3^{mm},5$ environ de longueur, de teinte bleue à reflets verts, avec pattes et rostre noirs. Ils font leur apparition en mai et juin et s'attaquent surtout aux bourgeons et aux jeunes pousses des pommiers, des poiriers, des cerisiers, des pêchers, etc. Ils ont apparu nombreux cette année et ont occasionné de grands ravages dans les jardins de Rennes et des régions avoisinantes.

La femelle du Rhynchite dépose ses œufs sur les bourgeons et courts rameaux des arbres fruitiers, quand ils commencent à développer leurs premières feuilles. Puis, au moyen de ses mandibules, elle forme une, quelquefois deux entailles, presque complètes, à la tige du bourgeon. La section ne présente qu'un étroit lambeau d'écorce incapable de maintenir le tronçon supérieur et de permettre le passage d'un afflux suffisant de sève pour sa nutrition. Aussi, ce bout terminal se dessèche-t-il rapidement et prend peu à peu une teinte noirâtre. Ses feuilles noircissent également, se

(¹) Y. Dehorne, *Note sur une espèce nouvelle de Stromatopore du calcaire à Hippurites : Actinostroma Kiliani* (*Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 225).

(²) H. Yabe, *On a mesozoic Stromatopora* (*J. Soc. Tokyo*, vol. 10, 1903). — G. Osimo, *Alcune nuove Stromatopore giuresi e cretacee d. Sardegna e d. Appennino* (*R. Acc. Sc. Torino*, t. 61, 1910). — Y. Dehorne, *loc. cit.*

dessèchent, se recroquevillent et s'enroulent en cône. Parfois, le bourgeon atteint reste suspendu verticalement à l'extrémité du rameau pendant un temps plus ou moins long; mais, généralement, le vent le détache et le fait tomber sur le sol.

L'orifice externe de la galerie, soigneusement obturé, est situé à environ 8^{mm} au-dessus de la section. On le reconnaît au début, quand le bourgeon commence à se dessécher, à la présence d'un petit point noirâtre faisant tache sur la teinte vert foncé du reste de l'écorce.

La femelle, avec son rostre, pratique une petite galerie perpendiculaire à l'axe du bourgeon et y dépose son œuf. Ce dernier occupe la région axiale. Il est sphérique, transparent et de couleur jaune clair.

Dans certains cas, surtout chez le pommier, l'œuf est situé non loin de la section, et la galerie, fusiforme, ovoïde ou cylindrique, est généralement placée au-dessous de l'insertion d'une feuille ou à la naissance d'un bourgeon axillaire, parfois même en regard de ce dernier.

Chez le pêcher, la piqûre du Rhynchite est faite à quelques millimètres au-dessous d'une insertion foliaire. La partie lésée est reconnaissable à la présence d'un petit orifice situé au fond d'une dépression ombiliquée, entourée d'une auréole jaunâtre, qui tranche nettement sur la couleur vert pâle du reste du bourgeon. Les œufs sont généralement au nombre de deux à chaque pousse. Ils sont situés dans deux loges, placées l'une au-dessus de l'autre et séparées par une mince cloison transversale.

Les bourgeons de pêcher qui sont attaqués conservent pendant longtemps une teinte vert pâle; les feuilles se dessèchent et s'enroulent. Comme chez le poirier, la jeune larve se recourbe en arc, à extrémité céphalique tournée vers le sommet du bourgeon. Elle occupe une loge cylindrique comprenant tout le cylindre central, une partie de la zone corticale interne et limitée par la région la plus externe de l'écorce.

Dans certains cas (pêcher, poirier), le bourgeon est sectionné en deux points différents : une première section est à 4^{cm} ou 5^{cm} du sommet du bourgeon; puis, une deuxième, la principale, à 8^{mm} de la première. A 4^{mm} ou 5^{mm} au-dessus de cette dernière, un peu en arrière d'une feuille et d'un bourgeon axillaire se trouve déposé un œuf. Cette position est des plus favorables, car la jeune larve trouvera en ce point une nourriture abondante. Cette disposition est très fréquente dans le pêcher.

La femelle du Rhynchite pond rarement un œuf unique dans le bourgeon sectionné. Elle en dépose souvent deux, trois, placés à 6^{mm} ou 7^{mm} les uns au-dessus des autres, à partir de la section. L'œuf pondu le dernier est

celui qui est le plus rapproché du sommet du bourgeon. Les larves se creusent une large galerie centrale provenant de la disparition de la région médullaire et de la zone corticale interne; seule l'externe persiste et réduit le bourgeon à une sorte de cylindre creux qui, au moindre choc, se brise et met en liberté la jeune larve. La partie inférieure du canal contient un amoncellement de matières excrémentitielles pulvérulentes.

L'*œuf* du coupe-bourgeon est de couleur jaunâtre; sa coque est mince, souple et transparente. La loge qui le contient est large, spacieuse, dilatée en arrière et amincie en avant. Bien souvent elle est située au-dessous de l'écorce et empiète à peine sur la région médullaire. La durée de l'évolution de l'œuf varie avec la température. Quand le bourgeon est bien exposé au soleil et bien abrité des courants d'air, l'œuf éclôt au bout du huitième jour. Au contraire, quand le rameau est placé à l'ombre et soumis à l'action du vent, son évolution est plus longue, et ce n'est qu'au bout de 10 à 15 jours que naît la jeune larve. Entre ces deux limites extrêmes, j'ai pu observer de nombreux cas intermédiaires.

La larve est recourbée en arc et a son extrémité céphalique tournée vers le sommet du bourgeon. Il arrive souvent que le bourgeon sectionné ne se détache du rameau que longtemps après la naissance de la larve. Dans ce cas, la galerie creusée peut atteindre 5^{mm} à 8^{mm} de longueur.

La *larve* de *Rhynchites conicus* est apode, de couleur blanchâtre et présente les dimensions suivantes : longueur 3^{mm} et largeur de 1^{mm} à $1^{mm}\frac{1}{3}$. Elle est pourvue de 13 segments distincts et porte un sillon latéral et des sillons transversaux superficiels correspondant à la séparation des divers métamères. Soies peu nombreuses, dispersées çà et là, sans ordre, à la surface du corps. L'anus est situé, à l'extrémité postérieure du corps, au fond d'une petite dépression limitée par un bourrelet de petits tubercules.

L'*appareil buccal* larvaire est surtout caractérisé par le grand développement des mandibules qui ont la forme de deux lamelles triangulaires épaisses, chitineuses, légèrement incurvées et portant, du côté interne, de nombreux denticules chitineux et tranchants. Chaque mandibule est constituée par un gros tubercule conique, brunâtre, terminé par une pointe courte et acérée. La face interne présente une légère concavité limitée par deux rangées de denticules.

Les *antennes* sont représentées par deux petits tubercules placés latéralement un peu en arrière des mandibules, comprenant deux articles dont le basilaire est large, conique et le terminal porte de nombreuses soies. L'une de ces dernières, placée sur le côté externe, constitue un organe tactile. Les

organes visuels sont constitués par deux taches pigmentaires localisées de chaque côté de la tête, en arrière des mandibules.

L'appareil digestif de la larve de *Rhynchites conicus* diffère, par sa forme et ses dimensions, de celui de la plupart des autres Coléoptères. Il a cependant un rapport très étroit avec celui des autres Curculionides, celui de l'Anthonome entre autres. Complètement étalé, il dépasse deux fois et demie la longueur du corps de la larve et sa partie terminale est caractérisée par sa forme sinueuse. L'*œsophage* est un tube court, étroit, cylindrique et terminé, en arrière, par une valvule œsophagienne.

L'*intestin moyen* comprend deux parties : une région antérieure large, fusiforme, à surface externe lisse et une partie terminale étroite (un tiers du diamètre de la première), cylindrique, sinueuse et à parois irrégulières. L'*intestin terminal* reçoit à son origine les quatre tubes de Malpighi et décrit ensuite plusieurs sinuosités. Il se dilate pour former une ampoule rectale ovoïde et débouche à l'extérieur par l'orifice anal entouré d'un bourrelet annulaire fonctionnant comme sphincter.

Signalons, pour terminer, la présence de deux courtes *glandes mandibulaires* filiformes qui s'ouvrent à la base des mandibules et aident puissamment ces dernières pour le creusement de la galerie larvaire.

MÉDECINE. — *Méningite cérébro-spinale et Météorologie.* Note de M. **Arthur Compton**, présentée par M. Roux.

Dans une précédente Communication [1] j'ai montré l'influence de l'humidité et de la température atmosphériques sur l'apparition de la méningite cérébro-spinale. Depuis lors, toujours dans le Dorset (Angleterre) entre le 1er juillet 1915 et le 30 juin 1916, j'ai eu à examiner 62 cas nouveaux dont la discussion m'a permis de confirmer et à certains égards de compléter les conclusions précédemment formulées.

Ayant fait relever chaque jour en différents points de la région :

1° L'état hygrométrique,

2° La température atmosphérique,

3° L'activité solaire,

4° La quantité de pluie tombée,

5° La pression barométrique,

---

[1] *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 472.

j'ai tracé les courbes qui représentent ces différentes grandeurs en fonction du temps et noté sur ces diagrammes les dates *d'apparition* des cas de méningite cérébro-spinale, chaque cas étant noté sur le diagramme afférent à la localité où il était apparu.

La comparaison de ces différents graphiques nous montre indubitablement l'influence de ces différents facteurs. Voici la répartition des cas en relation avec les maxima et minima des diverses courbes :

Diagramme.	Signification de ses maxima et minima.	Nombre de cas y associés pour 100.
État hygrométrique.	maxima : humidité atmosphérique au voisinage de la saturation	97
	minima : air relativement sec	3
Rapport des températures nocturnes et diurnes	maxima : température atmosphérique relativement constante	85
	minima : température atmosphérique très variable.	15
Activité solaire	maxima : 5 heures et plus de soleil enregistré	18
	minima : pas de soleil enregistré	82
Pluie	maxima : pluie le jour même ou dans les 24 heures qui précèdent	76
	minima : pas de pluie le jour même ou dans les 24 heures qui précèdent	24
Pression barométrique	maxima : hausse barométrique	31
	minima : dépression barométrique	69

Le début de la maladie (terme par lequel je désigne l'invasion des méninges par le méningocoque provenant du rhinopharynx des porteurs de germes) coïncide donc toujours avec une humidité atmosphérique qui confine à la saturation, avec une période de grande égalité dans la température et un minimum de soleil.

Il est à noter que les trois circonstances ne sont pas dénuées de liens entre elles. Sans insister ici, je signale, par exemple, que les variations de température dans une atmosphère humide peuvent amener des précipitations atmosphériques qui modifient l'état hygrométrique; de même un temps brumeux coïncide nécessairement avec une forte humidité et l'absence de soleil.

Ces facteurs, humidité, température et soleil, sont soumis à de grandes variations locales sous la dépendance des conditions géographiques (voisinage de la mer, vallées, collines, ventilation, etc.), tandis que la pression barométrique présente des variations locales faibles pour une région assez

étendue, de sorte qu'en définitive c'est l'état hygrométrique qui se montre le facteur important dans l'éclosion de la maladie.

La discussion complète de 62 cas [1] nous amène à tirer quelques conclusions pratiques relativement à l'installation des nouveaux camps ou à l'aménagement des anciens locaux occupés par les troupes.

Cette installation doit être faite autant que possible dans des lieux secs où l'état hygrométrique est peu élevé en général. Deux villes relativement voisines peuvent présenter des conditions hygrométriques très différentes. A défaut de cela, assurer une ventilation intense à l'intérieur des locaux pour remédier au surpeuplement, éviter d'y faire sécher les capotes ou les vêtements mouillés, assurer le drainage à l'aide d'un système d'égouts et la ventilation sous les baraquements.

Enfin il est même possible qu'il faille à cet égard envisager, dans certaines régions, l'abattement des forêts au voisinage des camps, celles-ci entretenant parfois une humidité excessive.

A 16 heures et quart, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

A. Lx.

---

[1] Un Mémoire détaillé avec toutes les courbes paraîtra ailleurs.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances d'avril 1917 (*suite*).

Note sur les conditions à remplir au point de vue des coups de béliers par les régulateurs des moteurs hydrauliques, par le comte de Sparre. Extrait du numéro du 31 mars 1917 de la *Revue générale de l'Électricité*, t. I, p. 483-489. Paris, 12, place de Laborde, 1917; 1 fasc. in-4°.

Ministère des travaux publics. Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France. *Contribution à l'étude des faunes paléocrétacées du sud-est de la France*, par W. Kilian : I. *La faune de l'aptien inférieur des environs de Montélimar* (*Drôme*) (*Carrière de l'homme d'armes*); II. *Sur quelques ammonites de l'hauterivien de la Bégude* (*Basses-Alpes*), par W. Kilian avec la collaboration de P. Reboul. Paris, Imprimerie nationale, 1915; 1 vol. in-4°.

En temps de guerre. Ce que toute femme doit savoir. Conférences faites à la Croix-Rouge, par Charles Richet : *les antiseptiques — les anesthésiques — les aliments — l'hémorragie — la fièvre — l'asphyxie.* Paris, Félix Alcan, 1917; 1 vol. in-16. (Présenté par l'auteur.)

Université d'Aix-Marseille. *Travaux de l'Observatoire de Marseille*, fasc. IV. Toulouse, Édouard Privat, 1916; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Baillaud.)

Rapport sur la reconnaissance hydrographique de l'embouchure de la Gironde, exécutée en 1912 par E. Fichot. Extrait des *Recherches hydrographiques sur le régime des côtes*, 19e cahier. Paris, Imprimerie nationale, 1915; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Lallemand.)

Rapport sur la mission hydrographique de Madagascar en 1887-1888, par L. Favé. Extrait des *Annales hydrographiques*, 1898. Paris, Imprimerie nationale, 1890; 1 fasc. in-8°.

Abaque pour la détermination du point à la mer, par L. Favé et Rollet de l'Isle. Paris, L. Baudoin, 1893; 1 fasc. in-8°.

Note au sujet de l'emploi des aérostats dans la recherche des dangers sous-marins, par L. Favé et M. Rollet de l'Isle. Paris, Chapelot, 1902; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JUILLET 1917.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. *Sauveur*, professeur de l'Université Harvard, qui assiste à la séance.

PÉTROLOGIE. — *Les ortho-amphibolites et les ortho-pyroxénites feldspathiques de Madagascar.* Note de M. **A. Lacroix**.

Les vastes espaces occupés à Madagascar par les roches métamorphiques, la complexité de celles-ci, et notamment la fréquence de leurs accidents minéralogiques, font de la Grande Ile une région particulièrement intéressante pour l'étude et pour la discussion de l'origine des schistes cristallins. J'ai montré antérieurement [1] que, parmi ces roches métamorphiques, se rencontrent de nombreux calcaires, attestant localement une origine sédimentaire et aussi des roches entièrement silicatées (pyroxénites et amphibolites) dont il est possible de démontrer la connexité d'origine avec ces calcaires. Mais, en outre, il existe, et parfois dans les mêmes districts, des roches qui paraissent au premier abord très analogues aux précédentes, bien qu'elles aient une origine différente. Je les considère comme résultant de la transformation de roches éruptives; j'ai le dessein de le prouver dans la présente Note.

Je rappellerai tout d'abord les observations qu'il est possible de faire sur les roches éruptives basiques rencontrées dans la traversée de l'île, de l'Ouest à l'Est, sur le parallèle du Betsiriry. Les formations sédimentaires,

---

[1] *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 358.

triasiques et jurassiques, de la région sakalave renferment un grand nombre de dykes [1] de roches variées parmi lesquelles dominent celles de la famille des gabbros, sous toutes leurs formes structurelles : gabbros, diabases, labradorites; il existe aussi de véritables laccolites remplis par le même magma (Fonjay, etc.). Ces sédiments sont horizontaux ou à peu près. Ils sont par places très faillés, mais les roches éruptives ne présentent pas de déformations mécaniques appréciables; leur structure originelle est intacte; au point de vue minéralogique, les phénomènes d'ouralitisation sont rares ou inexistants.

Tout autre est la caractéristique de roches minéralogiquement et chimiquement similaires, dont les dykes se rencontrent en non moins grande abondance [2] au milieu des schistes cristallins dès que l'on aborde la falaise du Bongo Lava contre laquelle viennent butter les sédiments du Betsiriry; ces dykes sont particulièrement nombreux dans la région de Miandrivazo et ils se rencontrent jusque dans le voisinage de Betafo.

La bordure du Bongo Lava a été le siège d'intenses phénomènes dynamiques qui ont déformé toutes ses roches; ces déformations peuvent être facilement suivies dans toutes leurs étapes, en particulier au milieu des granites : d'abord modifications visibles au microscope seulement (torsion, puis rupture des minéraux, développement modéré de structure cataclastique), puis modifications plus intenses transformant le granite porphyroïde (entre Ambatomainty et Ankavandra par exemple), la pegmatite à muscovite (Marotseve aux sources du Manambao) en roches porphyroclastiques à aspect de gneiss œillé ou même en roches rubanées compactes à apparence d'hälleflinta. Toutes ces transformations sont restées dans cette phase purement structurelle ou bien ont été accompagnées de recristallisations qui conduisent progressivement à des gneiss à structure granoblastique, ne se distinguant pas de ceux du centre de l'île.

Les dykes de gabbros et de diabases présentent des modifications structurelles du même ordre, accompagnées de phénomènes d'ouralitisation, mais ceux-ci ne sont pas liés nécessairement à une déformation de la structure; ils conduisent, dans les deux cas, à divers types d'amphibolites feld-

---

(1) Sur le Jurassique et le Crétacé se trouvent aussi, dans certaines régions sakalaves, de grands épanchements volcaniques.

(2) En l'absence de sédiment daté, l'âge de ces roches ne peut être fixé et les relations éventuelles de tout ou partie d'entre elles avec celles de la région sédimentaire ne peuvent être établies.

spathiques. Les amphibolites sans feldspath dont j'ai signalé récemment [1] la production aux dépens de webstérites des environs de Betafo sont un cas particulier de ces transformations qui prennent un développement d'une grande ampleur dans toute cette région.

A l'est de Betafo, les dykes basiques deviennent rares, puis disparaissent; la cristallinité moyenne de la série métamorphique augmente; l'allure gneissique devient prédominante ou exclusive. Toutes les roches sont rubanées et il est impossible, sans une sérieuse discussion, d'établir une distinction entre granites et gneiss. Dans cette zone plus métamorphique, les roches basiques se présentent surtout sous forme de bancs intercalés d'amphibolites ou de pyroxénites feldspathiques, et c'est de celles-là dont je vais m'occuper.

Les innombrables échantillons que j'ai examinés proviennent de toute l'étendue de l'axe de l'île, depuis les mines d'or d'Andavakoera jusqu'à Fort-Dauphin; ils se répartissent en un petit nombre de types bien caractérisés.

Plus à l'Est encore, se trouve la grande falaise, qui court parallèlement à la côte; dans les gneiss et les micaschistes de son pied et des échelons qui conduisent à l'océan Indien, on voit réapparaître en grande abondance les dykes de gabbros et de diabases, souvent intacts, mais présentant dans certaines régions toute la série des transformations énumérées plus haut. Ces phénomènes paraissent présenter un maximum de fréquence et d'intensité sur la côte nord-est, vis-à-vis l'île Sainte-Marie.

Voyons maintenant en quoi consistent ces amphibolites et ces pyroxénites.

Amphibolites. — Les minéraux essentiels sont une hornblende verte et des plagioclases (andésine à bytownite) avec quelquefois un peu de quartz, de diopside, de sphène, de titanomagnétite; de nombreuses variétés sont grenatifères et parfois très grenatifères. De grandes variations s'observent dans les proportions relatives de l'amphibole et des feldspaths. Deux types de structure sont à distinguer :

1° La hornblende est allongée suivant l'axe vertical; il en résulte une structure schisteuse ou rubanée; le feldspath est granoblastique : Ce type est très abondant dans le Betsiriry; il se trouve aussi à Tananarive même (falaise d'Ampamarinana); sur la côte vis-à-vis Sainte-Marie; à la mine de cuivre d'Androto [sud-ouest de Vohémar] (avec biotite); dans le pays Mahafaly, etc. Des variétés très riches en almandin sont à signaler dans la forêt de l'Est, à Salangina, à Andavakoera, etc.

2° La hornblende forme des grains; la roche n'est que rubanée ou ne présente aucune

---

[1] *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 970.

orientation de ses éléments; la structure est uniformément granoblastique. La roche ressemble extérieurement à une diorite: tel est le cas pour les types, très leucocrates. que j'ai recueillis entre Betafo et Anjanaboanana. Plus fréquentes peut-être sont les variétés très mélanocrates (vallée de Lohosoha, au pied de l'Angavo; Vinaninkarena, au sud d'Antsirabé; pays Mahafaly, etc.); en général, elles sont noires, mais elles deviennent tachetées de blanc quand les feldspaths commencent à s'altérer. Dans la région de Benenitra et dans le pays Mahafaly, elles renferment fréquemment d'énormes phénoblastes de grenat (pyrope-almandin) assez transparent pour pouvoir être employé comme gemme.

Pyroxénites. — Ces roches sont noires, à grain fin, souvent à peine rubanées; le pyroxène dominant est une augite pléochroïque dans les teintes vertes et rosées très analogues à celles de l'hypersthène qui l'accompagne fréquemment. L'amphibole est d'un brun verdâtre ou brune; le plagioclase est d'ordinaire très basique (bytownite), bien qu'il existe parfois un peu de quartz. Deux types de structure se présentent: l'un, granoblastique, à grain très régulier, rappelle la structure des pyroxénites feldspathiques d'origine sédimentaire. Dans l'autre, le pyroxène et du grenat, incolore en lames minces, forment de petits grains arrondis curieusement contournés, se groupant à axes parallèles pour constituer de grands squelettes qu'englobent des grains de plagioclase [vallée de Lohosoha ([1]); pays Mahafaly]; exceptionnellement (rivière Manankaralahy), le grenat devient prédominant; la roche est alors une véritable grenatite, pyroxénique et feldspathique.

J'ai étudié des séries d'échantillons provenant du Betsiriry et de la forêt orientale ([2]); dans un même gisement, ils consistent en gabbros et en diabases intactes, en amphibolites ou en pyroxénites feldspathiques, avec toutes les étapes du passage des uns aux autres; mais ces échantillons n'ayant pas été recueillis par moi, je ne puis pas affirmer qu'ils ont été prélevés dans les mêmes dykes; je ne puis donc donner la démonstration chimique de l'origine éruptive de ces amphibolites aussi complètement que pour celles considérées dans ma précédente Note. Je ne puis faire ici qu'une démonstration par analogie.

Voici une série d'analyses ([3]) choisies de façon à représenter des échantillons variés au point de vue minéralogique et provenant de diverses régions de l'île.

([1]) Le P. Muthuon, qui m'a communiqué cette roche, me l'a indiquée comme constituant un dyke; des gabbros intacts se trouvent dans le voisinage.

([2]) J'ai traversé la grande forêt entre le lac Alaotra et la côte, dans une région riche en amphibolites (Salangina, etc.) et en dykes de diabases, mais ces dernières ne sont pas modifiées.

([3]) Ces analyses ont été effectuées par M. Raoult, à l'exception de celles marquées (B) ou (P), qui sont dues respectivement à M. Boiteau et à M. Pisani.

Amphibolites : 1. Ramartina (Betsiriry), II'.4.4'.4-5; 2. Salangina (forêt du Nord-Est) (grenatifère), III. (4)(5).3',4 (P); 3. Mine d'Andavakoera (grenatifère), 'III.5.4.4-5; 4. Ambatomainty (5^{km} nord-nord-est de Tananarive), III.5.4.4-5 (P); 5. Androto (sud-ouest de Vohémar) (avec biotite), II'.5.(3)4.4-5.

Pyroxénites : 6. Lohosoha (grenatifère), 'III.4'.4.4-5 (B); 7. Mont Andilambé au sud d'Antsakabary (hypersthène), III.5.4.4-5 (P); 8. Rivière Manankaralahy (très grenatifère), III. 4'.(3) 4.4-5; 9. Nord d'Anosiravo (vallée de Lohosoha), III.5.4.4-5.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
SiO^2	54,10	53,75	50,10	49,55	46,10	48,73	48,25	47,90	46,92
Al^2O^3	15,52	11,35	16,28	12,55	18,36	13,60	17,54	12,81	14,68
Fe^2O^3	3,90	2,80	3,83	4,20	2,46	7,15	3,80	4,93	4,05
FeO	8,23	10,70	5,89	10,70	9,00	9,08	8,90	12,28	8,04
MgO	3,63	6,13	5,86	6,91	7,04	5,02	7,85	3,13	10,81
CaO	11,28	9,30	12,78	11,70	9,00	9,47	9,71	9,20	10,30
Na^2O	1,06	2,37	1,90	2,00	3,04	2,20	1,16	1,96	2,01
K^2O	0,43	0,87	1,32	0,49	1,57	0,58	0,78	1,13	0,62
TiO^2	1,56	2,00	1,50	1,64	2,22	3,31	2,05	5,55	1,17
P^2O^5	0,25	0,45	0,15	»	0,76	0,50	0,06	0,61	0,16
H^2O à 105°	0,18	0,90	0,06	0,55	0,05	0,02	0,47	0,23	0,38
» au rouge	0,15		0,40		0,36	0,36		0,42	1,16
	100,29	100,62	100,07	100,29	99,96	100,02	100,57	100,15	100,30

Les paramètres qui suivent l'indication de la localité soulignent l'analogie de composition que présentent entre elles ces roches; elles correspondent aux types chimico-minéralogiques les plus communs parmi les gabbros, les diabases et les labradorites de l'île, dont je donne ci-contre quelques analyses extraites de deux Notes antérieures [1] et classées, comme les précédentes, suivant la teneur décroissante en silice. Les variations en alumine dans ces deux séries correspondent à une inégale richesse en feldspaths.

Diabase : 10. Manambalo, II.'5.3'.4; 11. *Labradorite :* Andranomilevina, II (III).'5.3.'4 (B); 12. *Diabases :* Andohavary, III.5.4.4-5; 13. *Labradorite :* Nord-ouest Analamainty, 'III.4'.3 (4)-3 (4).B; *Diabase :* 14. Vavatenina, III.'5.4.4-5; 15. *Gabbro à olivine :* Ambohitrosy, III.5.4.4-5; 16. *Gabbro :* Fonjay; 'III.5.4.4-5 (B); 17. *Diabase :* Marovatana, III.5.3(4).4-5; 18. *Diabase ouralitisée passant à l'amphibolite :* riv. Analaridirana (Betsiriry), III.5.4.4-5.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 14, et t. 159, 1914, p. 417.

	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
SiO^2........	53,30	52,05	50,26	50,02	47,08	47,00	46,30	44,44	43,36
Al^2O^3........	17,69	13,61	14,47	12,80	14,98	16,78	18,48	13,62	14,18
Fe^2O^3........	3,30	5,22	2,67	4,76	4,54	2,15	1,66	5,00	7,28
FeO.........	5,55	6,54	10,20	8,60	10,85	8,70	5,63	12,08	9,98
MgO........	4,46	5,23	6,91	4,09	3,97	9,18	10,13	5,22	7,32
CaO.........	6,62	9,57	11,30	8,66	11,00	12,70	13,51	11,50	11,80
Na^2O........	2,66	2,54	1,91	1,88	1,88	2,42	2,18	2,68	2,48
K^2O........	2,14	1,28	0,43	1,78	0,86	0,52	0,26	0,61	0,18
TiO^2.........	0,81	1,77	1,07	3,31	2,40	0,26	0,70	2,98	2,63
P^2O^5........	0,24	0,33	0,41	0,48	0,54	0,05	0,09	0,61	0,31
H^2O à 105°...	0,70	0,16	0,14	2,16	0,46	0,16	0,21	0,56	0,09
» au rouge.	2,71	1,83	0,22	1,69	1,72	0,36	0,99	0,96	0,48
	100,18	100,13	99,99	100,23	100,28	100,28	100,14	100,26	100,09

A côté de ces types extrêmement répandus à Madagascar, il faut citer comme particulièrement intéressante une roche assez rare et dont la composition chimique correspond strictement à celle d'une roche exceptionnelle parmi les gabbros intrusifs de la région sakalave. Il s'agit d'une amphibolite feldspathique à hornblende d'un vert pâle et gros porphyroblastes d'almandin-pyrope rose clair. Cette roche (analyse 19) provient d'Andranozanga (pays Mahafaly) [II.5.(4).5.5]. L'analyse 20 est celle de l'allivalite constituant en partie le laccolite du mont Fonjay (II.5.'5.5); cette roche est formée de bytownite et d'olivine, avec fort peu d'augite; enfin l'analyse 21 représente une amphibolite feldspathique non rubanée, à facies dioritique (hornblende et bytownite), se trouvant au milieu des quartzites d'Angavo, près Anjanaboanana; sa composition est voisine de celle des deux roches précédentes (II'.5.'5.5).

	19.	20.	21.	22.
SiO^2...........	42,43	44,12	48,50	36,70
Al^2O^3..........	24,98	25,33	22,50	12,54
Fe^2O^3..........	2,46	0,87	0,80	3,99
FeO............	3,75	3,85	4,91	18,52
MgO...........	9,74	9,51	7,43	6,43
CaO............	12,74	14,19	13,40	10,90
Na^2O..........	1,19	1,16	0,82	1,22
K^2O............	0,54	0,17	0,35	1,87
TiO^2...........	0,09	0,20	0,15	6,21
P^2O^5..........	0,68	0,10	0,09	0,62
H^2O à 105°......	0,19	0,11	0,85	0,19
» au rouge...	0,95	0,25		0,57
	99,74	99,86	99,80	99,76

On ne peut trouver de meilleurs exemples de roches de composition minéralogique différente en dépit d'une grande similitude de composition chimique. Le caractère exceptionnel de celle-ci (grande abondance de l'alumine et de la chaux entraînant la richesse en plagioclases) augmente la probabilité de l'identité d'origine première de ces trois roches.

Il s'agit là de types gabbroïques, très leucocrates; l'analyse 22 représente au contraire la composition d'une roche mélanocrate, d'une amphibolite (non feldspathique) à biotite, très grenatifère et riche en apatite, sphène, titanomagnétite, de la mine d'Andavakoera [III(IV).5.(6).'4.3]; cette composition chimique est comparable à celle de certains gabbros du pays Mahafaly.

De tout ce qui précède, on doit conclure que les roches décrites dans cette Note résultent de transformation moléculaire de roches de la famille des gabbros; par analogie avec ce qui a été démontré pour les types décrits dans ma Note précédente, il est vraisemblable que cette transformation a été effectuée sans modification chimique notable.

Il me reste à m'occuper de roches ayant une semblable origine, mais dans lesquelles une modification chimique est incontestable; il s'agit d'amphibolites à épidote qui, sur la côte Est et dans le Betsiriry, sont souvent associées aux précédentes. Elles en diffèrent surtout en ce que le plagioclase est accompagné ou remplacé par de l'épidote ou de la clinozoïsite. L'analyse 23 correspond à une variété à grain fin (25^{km} d'Ankiranomena) formée exclusivement par de la clinozoïsite et de la hornblende granoblastiques avec un peu de titanomagnétite et de sphène. L'analyse 24 est celle d'une roche très mélanocrate à grands éléments (hornblende, pyroxène, épidote, sphène, ilménite, pyrite et peu de plagioclase) provenant aussi du Betsiriry, d'Ankarongana :

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	H^2O à 105°.	H^2O au rouge.	S.	
23....	46,40	18,47	3,83	7,05	4,62	16,80	0,53	0,82	[illegible],11	0,09	0,13	0,25	»	=99,90
24....	39,48	13,22	7,05	10,02	5,97	18,58	1,23	0,67	2,53	0,38	0,08	0,20	0,38	=99,79

La très grande quantité de chaux que renferment ces roches pouvait faire penser à une origine sédimentaire. En réalité il n'en est rien; ces compositions sont encore représentées par des paramètres [III.5'.4.3] et [III(IV).5'.4.4-5] du groupe précédent, mais la comparaison avec l'analyse des ophites épidotisées des Pyrénées, dont je poursuis actuellement l'étude, montre que cette abondance de la chaux, accompagnée dans l'analyse 23 d'une élimination d'une partie des alcalis, est due à un enrichissement secondaire qui est caractéristique de ce genre d'altération.

ASTRONOMIE. — *Un astronome-jardinier du* XVIIe *siècle : Elzéar Féronce. — Calignon de Peyrins et la réciprocation du pendule.* Note de M. G. BIGOURDAN.

Elzéar FERONCE, jardinier et astronome de Vizille, est souvent appelé *Auzias* ou *Osias* ([1]); il était de Picardie et travaillait de ses mains dans les jardins du château de Vizille ([2]), qui d'abord appartenait au connétable de Lesdiguières; il y resta dans la suite sous les divers successeurs du connétable.

Féronce était doué à un degré peu ordinaire d'aptitudes astronomiques, car, d'abord dénué d'instruction, il étudia seul et se construisit un instrument qui lui servit à faire de nombreuses observations, d'ailleurs très appréciées de ses contemporains ([3]).

D'après une lettre adressée par Jacques Valois ([4]) à J.-B. Morin en 1634, Féronce commença ses observations en 1622, et c'est ce que confirment les copies que nous en avons. Voici ce que dit Valois :

... Après avoir recognu son inclination aux Mathématiques, et particulièrement à l'Astronomie, j'enseignay quelques principes, et luy donnay des livres en François sur cette matière. Il print plaisir de les lire et entendre jusques à tel poinct, que de soy mesme il apprint toute la pratique de la doctrine des triangles : il fit un octant de bois de plus de trois pieds de semidiamètre, marqué de sa main de toutes les minutes de chacun degré, duquel il se sert avec une precision merveilleuse de ses observations quand il en a le loisir. Ce seroit un homme propre à observer s'il estoit en lieu plain avec des instruments propres, et moyen de vivre sans travailler de ses mains comme il fait. Il se nomme Ozias Feroncé, Picard de nation; mondit sieur Gassend l'a souvent admiré. Ce seroit un homme propre pour telles observations, qui seroient suffisantes pour la restitution des tables planetaires....

Il a observé avec autant de precision qu'aucun autre de l'Europe (je l'ose dire), toutes les planetes, tant qu'il les a pù commodément voir à cause de la situation du

---

([1]) Achard (*Dict. des Hommes illustres de Provence*, I, 259) dit qu'en Dauphiné Saint Elzéar est vulgairement nommé Saint Auzias.

([2]) A l'origine le jardinier astronome fut connu des savants par l'intermédiaire de Jacques Valois; aussi l'appelle-t-on souvent le Jardinier de M. de Valois; mais cette expression ne doit pas être entendue à la lettre.

([3]) L'*Historia cœlestis*... de Tycho, publiée en 1672, cite Osias (p. 912) comme un des trois premiers astronomes français de son temps, à côté de Gassendi et de Boulliau. Voir aussi BOULLIAU, *Astr. Philolaïca*, p. 17, 398, et le mss. 13042 de sa Correspondance, p. 27.

([4]) *Lettres escrites au Sr Morin*..., 1635, p. 16.

lieu de sa demeure parmy les montagnes, qui l'ont empesché de voir Mercure que fort rarement. Il a prins leur distance des estoilles fixes cognuës, par lesquelles j'ay supputé leurs longitudes et latitudes; mais jamais la précision des tables n'a pû venir constammet à 2.minutes près, hormis Mars, auquel veritablement les tables Rodolfines conviennent avec le Ciel le plus souvent à une ou deux minutes près : mais nul des autres planetes n'a eu ses tables si bien compassées, que de venir à ceste précision constante. Quant à la Lune, il ne s'est jamais mis en peine de l'observer à cause de ses parallaxes, refractions et difficulté de trouver son centre en l'observant; mais depuis que j'ay apprins vostre methode et vos pinnules, j'essayeray de la luy enseigner afin de la pratiquer et s'en servir.

Une longue lettre de Gassendi (*Op.*, VI, 51) à l'imprimeur Guillaume Blaeu, à Amsterdam, datée du 1er octobre 1632, donne quelques renseignements complémentaires :

C'est vers l'âge de 40 ans que Féronce, ayant à sa charge femme et enfants, commença d'étudier, tout en travaillant assidûment aux jardins pendant le jour, *dies in hortis, noctes in studiis.*

Outre la Trigonométrie plane, il s'assimila si bien les principes de l'Astronomie qu'il défendait en connaissance de cause le mouvement de la Terre.

Il avait construit et divisé lui-même le sextant de bois dont il se servait et qui avait un peu moins de 3 pieds de rayon, ayant fait jusqu'aux pinnules; et le tout si bien que les changements atmosphériques n'y apportaient aucune modification. Ses observations comparatives s'accordaient avec celles de Tycho.

Aussi Gassendi est heureux de les envoyer à Blaeu pour les imprimer sous ce titre : *Planetarum distantiæ observatæ Viziliæ....*

Cependant ce projet ne reçut pas exécution et les observations de Féronce sont restées inédites.

Il observa les éclipses de Lune du 27 octobre 1632 et du 3 mars 1635, détermina la latitude de Vizille ([1]), mais se spécialisa surtout dans les

---

([1]) D'après Gassendi (*Op.*, IV, p. 97, 98), Féronce avait déterminé sa latitude par des observations d'étoiles circumpolaires et obtenu $45°5'\frac{1}{2}$.

Gassendi, étant venu à Grenoble en 1624, détermina la même latitude par des hauteurs méridiennes du Soleil, prises avec un gnomon, les 27, 28, 29, 30 et 31 mars, et observa quelques distances des planètes à des étoiles.

Quelques mois après, Gassendi détermina aussi la latitude de Grenoble (45°11') par une hauteur méridienne du Soleil prise le 7 juillet 1624, avec le quart de cercle de Valois.

Revenu à Grenoble en 1625, il y détermina de nouveau cette dernière latitude

mesures de distances des planètes à des étoiles connues, comme on faisait alors, dans le but de calculer les longitudes et latitudes planétaires. L'approximation est la minute d'arc, parfois la demi-minute.

Ce que nous connaissons de ces observations couvre 20 années (1621 septembre 26 — 1641 avril 9), et l'on peut supposer qu'elles se prolongèrent encore quelque temps. Nous ne les avons, en effet, qu'en copies dont la plus complète se trouve à la Bibliothèque nationale; elle est partagée en deux parties.

Dans chacune les observations sont classées planète par planète, en suivant l'ordre chronologique, et couvrent les intervalles suivants :

	Première partie.	Deuxième partie.
♄	1622 fév. 26 — 1632 juill. 22	1632 fév. 21 — 1640 nov. 2
♃	1621 sept. 26 — 1632 juill. 21	1632 janv. 2 — 1640 sept. 15
♂	1621 oct. 4 — 1632 juill. 5	1632 janv. 1 — 1641 avril 9
♀	1622 fév. 26 — 1630 juill. 21	1633 fév. 6 — 1641 avril 9
☿	1629 mars 5 — 1630 janv. 4	1634 avril 18 — 1634 avril 29
☾	1626 sept. 14 — 1632 janv. 2	

La première partie se trouve dans le mss. 13058 (¹) du fonds fr., f°s 27_1-40_2, et c'est évidemment la seule que Boulliau possédât en 1645 (Voir *Astr. Philolaica*, p. 398).

La seconde, sans nom d'auteur et placée aujourd'hui dans *Nouvelles acquisitions fr.*, nº 22763, f°s 2_1-13_1, n'avait pas été reconnue jusqu'ici. Comme elle a des parties communes avec la première, l'attribution ne peut être douteuse. L'une et l'autre sont de l'écriture de Valois.

---

avec un gnomon de plus de 6 toises, le 21 juin, et trouva 45° 12′ 20″. En refaisant les réductions sur de meilleurs éléments, Pingré trouva 45° 11′ 49″.

En laissant de côté les quelques observations de Valois, dans la suite on ne trouve plus que les suivantes qui aient été faites à Grenoble :

1652 avril 7-8. — *Éclipse* de Soleil observée par *Honoré Gaultier*, prieur de Roquefeuille.

1735 juin 8. — *Éclipse* du 2ᵉ satellite de Jupiter, observée par le *P. Sigalloux* (*Mém. Acad.*, 1742, p. 126).

An XIII (du 8 fructidor au 4ᵉ complémentaire). — *Observations météorologiques* peut-être inédites, faites par *Gagnon* (*Arch.* Obs., F. 1, 22).

(¹) Le *Cat. gén. des mss. fr.*, avec suppl. fr., nᵒˢ 6171-15359, Paris 1895, porte :

XL (13058). Recueil d'observations astronomiques : « *Observationes habitæ Vizilæ, vel Grationopoli*.... 1622-1639. » En réalité les observations de Vizille sont celles de la première partie ci-dessus et ne vont que jusqu'à 1632.

Une copie de la première partie, faite par les soins de J.-N. Delisle, se trouve à l'Observatoire (*Arch.* B.3., 11) : c'est sans doute celle dont parle Lalande (*Bibliogr.*, p. 209), qui n'avait pu retrouver celle de la Bibliothèque nationale et qui d'ailleurs dans son *Astronomie* (I, 162) place trop tard les observations de Féronce : au lieu de 1650 il faudrait 1630.

Nous ignorons la date de la mort de Féronce; mais dans une lettre du 12 juillet 1654 Valois écrit (f° 186 du mss. f. fr. 13030) : « Nostre pauvre M. Ozias est aux abois. Il y a long temps qu'il ne travailloit plus à ses observations. »

A la même époque, un voisin de Valois et de Féronce, *Alexandre* CALIGNON (1), seigneur de Peyrins et ingénieur, souleva une question en rapport avec l'Astronomie et la fixité de la Terre, celle d'un mouvement journalier du pendule.

Il crut observer, en effet, que l'extrémité inférieure d'un long pendule au repos exécute spontanément chaque jour, dans le plan du méridien, une quadruple oscillation, de manière à se trouver en élongation australe à minuit et à midi, en élongation boréale à 6^h et à 18^h, comme si la Terre penchait alternativement vers le Sud et vers le Nord.

Par l'intermédiaire de Jacques Valois, voisin de Calignon, ce phénomène, pratiquement capital au point de vue des observations astronomiques, fut signalé à Gassendi qui le publia en 1643 et lui donna le nom qui est resté de *réciprocation du pendule* (2). En même temps il indique la relation de ce déplacement avec la doctrine de Copernic et son analogie avec le flux et reflux de la mer.

La question, vivement discutée alors de l'immobilité de la Terre, attirait l'attention sur tout ce qui paraissait de nature à l'élucider.

Partisans et adversaires de cette immobilité répétèrent l'expérience de Calignon, et il en résulta une bruyante discussion à laquelle prirent part Jean Caramuel, Gassendi, J.-B. Morin, etc.

---

(1) Il était le fils aîné d'un personnage connu, Saffrei Calignon (1550-1606), qui fut successivement ministre protestant, secrétaire du duc de Lesdiguières plus tard connétable, chancelier de la cour de Navarre sous Henri IV avant l'arrivée de ce prince au trône de France.

Alexandre Calignon naquit à Saint-Jean, paroisse de Voyron, près de Grenoble, et la terre de Peyrins, près de Romans, lui fut apportée par sa femme.

(2) Novem stellæ circa Jovem visæ.... *Accessit Relatio observationis Perpendiculorum bis in die* (*æstus Maris instar*) *reciprocantium*, *factæ a nobili Peirinsio*. Paris, 1643, in-4° de 32 pages. Reproduit dans Gass., *Op.*, IV, 511-522.

Quand on eut éliminé l'influence des causes visibles d'erreur (mouvements de l'air, température, humidité, etc.), la réalité du phénomène parut douteuse et son étude ne fut reprise que lorsqu'on eut perfectionné l'emploi du pendule pour la détermination de l'intensité de la pesanteur.

Il n'y a pas lieu de rappeler ici les études ultérieures (¹); disons seulement que la question est encore discutée aujourd'hui sous la forme à peine différente des variations de la verticale.

PHYSIQUE. — *Sur les interférences à grande différence de marche.* Note (²) de M. G. Gouy.

1. Dans une Note récente (³), nous avons établi l'expression de la visibilité V_3 des franges d'interférences, en tenant compte à la fois de l'effet Döppler et de l'effet des chocs moléculaires. Pour une première approximation, on peut regarder comme constante la probabilité $h\,dt$ d'un choc pendant le temps dt [équation (9)]. Le problème est un peu moins simple si l'on tient compte de ce fait que h dépend de la vitesse de la molécule.

Considérons un mélange de deux gaz; soient respectivement $h'_1\,dt$ et $h_1\,dt$ les probabilités d'un choc pendant le temps dt d'une molécule du premier gaz, qui a la vitesse v, ou bien qui a la composante $|\xi|$, avec une molécule du même gaz; soient $h'_2\,dt$ et $h_2\,dt$ les quantités correspondantes pour le choc de la molécule du premier gaz avec une molécule du second, dont la vitesse moyenne est $\bar{u}$. Posons

$$\alpha = \frac{\bar{v}}{\bar{u}}, \qquad x = \frac{v}{v},$$

$$(10) \qquad f(x) = \exp.\left(-\frac{4}{\pi}\alpha^2 x^2\right) + \frac{8\alpha^2 x^2 + \pi}{2\sqrt{\pi}\,\alpha x}\int_0^{\frac{2\alpha x}{\sqrt{\pi}}} e^{-z^2}\,dz,$$

et désignons par $\varphi(x)$ ce que devient $f(x)$ quand on y fait $\alpha = 1$. En appelant n_1 et n_2 les nombres des molécules des deux gaz dans l'unité de volume,

(¹) Voir C. Wolf, *Mémoires sur le pendule*. collection de Mémoires relatifs à la Physique..., t. IV et V. Voir aussi *Mém. Acad.*, 1742, II, p. 105; 1754, II, p. 1...; M, p. 250. — Delambre, *Hist. de l'Astr. moderne*, II, 269.

(²) Séance du 9 juillet 1917.

(³) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 17. Les notations restent les mêmes.

on a ([1])

$$h'_1 = 2\pi n_1 \bar{v} \rho_1^2 \varphi(x), \qquad h'_2 = \frac{\pi}{2} n_2 \bar{u} (\rho_1 + \rho_2)^2 f(x).$$

et, d'après la loi de Maxwell,

$$h_1 = \frac{8}{\pi} \exp.\left[\frac{4}{\pi}\left(\frac{\xi}{\bar{v}}\right)^2\right] \int_{\frac{|\xi|}{\bar{v}}}^{\infty} h'_1 x e^{-\frac{4}{\pi} x^2} dx,$$

$$h_2 = \frac{8}{\pi} \exp.\left[\frac{4}{\pi}\left(\frac{\xi}{\bar{v}}\right)^2\right] \int_{\frac{|\xi|}{\bar{v}}}^{\infty} h'_2 x e^{-\frac{4}{\pi} x^2} dx.$$

On a aussi

$$h = h_1 + h_2.$$

Si le premier gaz est en minime proportion dans le mélange, il vient

$$(11) \qquad h = 4 n_2 \bar{u} (\rho_1 + \rho_2)^2 \exp.\left[\frac{4}{\pi}\left(\frac{\xi}{\bar{v}}\right)^2\right] \int_{\frac{|\xi|}{\bar{v}}}^{\infty} f(x) x e^{-\frac{4}{\pi} x^2} dx$$

$$= \frac{4\bar{h}}{\pi\sqrt{1+\alpha^2}} \exp.\left[\frac{4}{\pi}\left(\frac{\xi}{\bar{v}}\right)^2\right] \int_{\frac{|\xi|}{\bar{v}}}^{\infty} f(x) x e^{-\frac{4}{\pi} x^2} dx.$$

En tenant compte de (1), h sera donc exprimé en fonction de $|\nu' - \nu_0|$ ([2]).

Cette fonction h est utile à connaître pour diverses questions. J'en ai calculé une Table qui ne peut trouver place ici; je me bornerai à transcrire quelques nombres correspondant à $\alpha = 1$:

$\frac{\lvert\xi\rvert}{\bar{v}} =$ 0	0.2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
$\frac{h}{\bar{h}} =$ 0,908	0.918	0,948	0,997	1,062	1.142	1,233	1,334	1,441	1,554	1,669

2. Considérons la flamme d'un bec Bunsen, où se trouve une très petite quantité de vapeur métallique; nous assimilerons les gaz de la flamme à de l'azote. La température est évaluée à 1750° C.; le libre parcours L de la molécule d'azote, à $8,48.10^{-5}$. Le Tableau suivant donne les valeurs de V_3 calculées : (A) pour les valeurs théoriques de h ([3]); (B) pour des valeurs

([1]) Boltzmann, *Théorie des gaz*, Ire Partie, Chap. I.

([2]) Naturellement ces formules s'appliquent aussi au cas d'un gaz pur, en faisant $\alpha = 1$ et $\rho_1 = \rho_2$.

([3]) Équation (11). Les quantités ρ sont calculées par la formule $2\rho = \left(\frac{m}{D}\right)^{\frac{1}{3}} .10^{-8}$ (voir le Tableau à la fin de cette Note); $\bar{h}$ est calculé par la formule (8).

de h dix fois plus grandes pour Na, et vingt fois plus grandes pour Li et Tl. Dans ces deux cas les valeurs de V_3 sont calculées : (a) par la formule complète (7); (b) par la formule simplifiée (9); (c) par la même formule, en remplaçant $\bar{h}$ par la valeur h_0 qui convient pour $\xi = 0$.

		A.			B.			
Métal.	$\frac{X}{\lambda_0}$.	$V_3(a)$.	$V_3(b)$.	$V_3(c)$.	$V_3(a)$.	$V_3(b)$.	$V_3(c)$.	V_M.
Na.....	30000	»	0,799	0,806	»	0,391	0,426	0,385
Na.....	40000	»	0,696	0,704	»	0,268	0,301	0,236
Na.....	50000	0,589	0,587	0,595	0,194	0,178	0,206	0,153
Na.....	80000	0,301	0,290	0,296	0,062	0,043	0,054	0,045
Na.....	100000	0,171	0,154	0,159	0,026	0,014	0,019	»
Li.....	29800	0,561	0,560	0,571	0,089	0,069	0,098	0,103
Tl.....	46700	»	0,893	0,895	»	0,307	0,312	0,286

La dernière colonne donne les valeurs de la visibilité lues sur un Tableau graphique de M. A. Michelson, en fonction de X ([1]).

La comparaison des valeurs observées V_M avec les valeurs calculées montre que, si l'on donne à h sa valeur théorique, les résultats sont très erronés; on est obligé d'attribuer à h des valeurs dix fois ou vingt fois plus grandes, pour que le calcul se rapproche de l'expérience. Le rapport plus exact serait voisin de 14 pour Na, de 18 pour Li et de 21 pour Tl ([2]).

3. Nous pouvons utiliser aussi les résultats inscrits dans un Tableau graphique de M. A. Michelson, pour les raies produites par des décharges électriques ([3]). Les abscisses représentent la pression, et les ordonnées la quantité $\frac{\lambda_0 \operatorname{Log}_e 2}{\pi \Delta}$, en appelant Δ la valeur de X qui donne la visibilité 0,5. D'après cela, on forme le Tableau suivant, pour la pression de $0^{\text{atm}},26$ ([4]):

([1]) A. Michelson, *Phil. Mag.*, t. 34, 1892. Les raies de Li et de Tl étant doubles, on a choisi une valeur de X où les deux composantes donnent des franges concordantes, de même que pour Na.

([2]) Le Tableau montre aussi que les calculs (b) et (c), moins laborieux que (a), peuvent suffire tant que la visibilité n'est pas très petite; (c) est préférable pour les visiblités inférieures à 0,5.

([3]) *Astroph. Journal*, 1895. L'auteur dit que la nature du gaz est d'importance secondaire et ne la spécifie pas; nous admettons que ce gaz est de l'azote.

([4]) Les λ_0 ne sont pas indiqués et sont choisis ici d'après l'éclat des raies; il y a là une incertitude, assez peu importante, qui a sa répercussion sur les valeurs de Δ, de $\bar{h}$ et de $\bar{u}$. Pour calculer ces dernières, on a très sensiblement, d'après (9),

$$\bar{h} = \frac{c \operatorname{Log}_e 2}{\Delta}.$$

L'effet Döppler est ici négligeable devant l'effet total. On en déduit $\frac{\bar{u}}{L}$ par l'équation (8).

Métal.	λ_0.	Δ.	$\left(\frac{\rho_1-\rho_2}{2\rho_2}\right)^2$.	$\sqrt{\frac{1+x^2}{2}}$.	$\overline{h}$.	$\frac{\overline{u}}{L}$.
		cm				
Li..........	$6,71.10^{-5}$	0,48	0,72	1,582	$4,3.10^{10}$	$3,8.10^{10}$
Na..........	5,89	0,48	0,88	1,053	4,4	4,7
Cd..........	6,44	1,12	0,74	0,791	1,9	2,9
Zn..........	6,36	0,81	0,70	0,846	2,6	4,3
Cu..........	5,70	0,91	0,63	0,848	2,3	4,4
Mg..........	5,18	0,84	0,74	1,027	2,5	4,3
Ag..........	5,47	1,27	0,69	0,794	1,6	3,0
Au..........	5,84	1,79	0,69	0,756	1,2	2,2

Les valeurs de $\overline{h}$ et de $\frac{\overline{u}}{L}$ inscrites ici sont beaucoup plus grandes que les valeurs calculées d'après la théorie cinétique, qui donne en effet, à 2000° abs., pour cette dernière quantité, le nombre $3,9.10^8$. La température est ici très mal connue, surtout pour les quatre derniers métaux, pour lesquels on faisait usage d'une étincelle entre pôles métalliques; les quatre premiers étaient employés à l'état de vapeur dans un tube de verre. En évaluant à 800° la température absolue de ceux-ci, et à 4000° celle des autres, on trouverait pour $\frac{\overline{u}}{L}$ des valeurs voisines respectivement de 8.10^8 et de 2.10^8 ou 3.10^8.

Il faudrait donc, pour que l'hypothèse qui nous occupe rendît compte des faits, que la probabilité d'un choc fût plus grande que celle qu'indique la théorie cinétique, dans un rapport qui va de 36 à 51 pour les quatre premiers métaux, et, pour les autres, de 100 à 200, autant qu'on peut en juger. Nous retrouvons ici le même fait que pour les flammes, mais sur une échelle un peu plus grande.

4. Pour l'arc électrique, il résulte des nombres donnés par MM. Buisson et Fabry (¹) que, dans le vide, l'arc au fer donne (pour la région de 5300 Å), des interférences dont la limite correspond à $\frac{\Delta}{\lambda_0} = 180\,000$ environ, et que cette limite est moitié moindre pour l'arc sous la pression atmosphérique. Soient T_1 et T_2 les températures absolues de l'arc dans ces deux conditions; il résulte de la limite observée $T_1 = 2700°$ abs. On en déduit, d'après (9),

$$\overline{h} = 1,8.10^{10}\left(1 - \frac{T_2}{4T_1}\right),$$

(¹) *Journal de Physique*, 1910 et 1912.

et $\frac{\overline{u}}{L}$ serait du même ordre. On voit que $\overline{h}$ et $\frac{\overline{u}}{L}$ sont encore beaucoup trop grands, à moins que T_2 ne dépasse la valeur très élevée de 8000° (¹).

M. Gaston Bonnier offre à l'Académie une Notice sur *René Zeiller*, dont il est l'auteur. Cette Notice renferme la biographie de notre regretté Confrère, le compte rendu de son œuvre scientifique et une liste chronologique complète de toutes les publications de René Zeiller; elle est accompagnée d'un portrait.

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution de l'appareil à venin des Serpents* (à propos d'une Note de Mme Marie Phisalix). Note (²) de M. **G.-A. Boulenger.**

La Note de Mme Marie Phisalix (³) me suggère quelques réflexions.

Battue en brèche de tous côtés, la classification des Ophidiens en venimeux et non venimeux, qui a eu cours si longtemps, s'écroule de plus en plus, en même temps que le conflit entre les caractères morphologiques et physiologiques s'accuse davantage au fur et à mesure des progrès de nos connaissances. Si l'action des venins des Protéroglyphes ou Élapins et des Solénoglyphes ou Vipérins justifie toujours la distinction physiologique entre ces deux divisions, les résultats acquis en ce qui concerne les Aglyphes et les Opisthoglyphes tendent à prouver que cette action ne correspond pas aux données morphologiques sur lesquelles repose la classification qui a cours aujourd'hui, et les recherches de Mme Phisalix nous montrent qu'il n'y a pas toujours de corrélation, chez les Aglyphes, entre la dentition et le développement de la glande parotide, comme elles nous avaient déjà montré que le perfectionnement morphologique de l'appareil venimeux tout entier n'est pas en rapport direct avec la toxicité du produit venimeux (⁴).

La distinction entre Aglyphes et Opisthoglyphes est toujours très

(¹) A cette température, $\frac{\overline{u}}{L}$ serait de l'ordre de 10^4, d'après la théorie cinétique.

(²) Séance du 9 juillet 1917.

(³) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 959.

(⁴) *Ann. des Sc. nat.*, 9e série, t. 19, 1914, p. 104.

précaire. Le sillon le long des dents postérieures qui caractérise ces derniers varie énormément selon les genres et nous savons qu'il peut même manquer parfois à titre d'exception, très rare il est vrai ([1]).

Mme Phisalix me semble faire fausse route quand elle suggère que la grandeur des dents maxillaires postérieures, séparées des autres par une barre, chez certains Aglyphes, indique à elle seule un rapprochement des Opisthoglyphes, rapprochement qu'elle exprime par le terme de « type préopisthoglyphe ». Cette disposition est loin d'être un caractère universel des Opisthoglyphes. Il suffit de citer *Macroprotodon*, *Dispholidus*, *Oxybelis*, *Dryophiops*, *Chrysopelea* comme exemples de l'absence de cette barre ou interruption dans la série dentaire, les trois derniers surtout, dont les dents cannelées sont à peine plus grandes que celles qui les précèdent. Il n'y a donc pas lieu de restreindre le nom d'*Aglyphes* aux formes plus ou moins isodontes.

Les Opisthoglyphes constituent un groupement qui n'est justifiable qu'au point de vue pratique dans l'état imparfait de nos connaissances. Le but à atteindre serait, après avoir rompu les deux séries parallèles que j'ai adoptées, de rapprocher chaque type d'Opisthoglyphes de l'Aglyphe dont il serait dérivé, ce qui n'est pas réalisable pour le moment; il est inutile de faire remarquer que les essais dans ce sens faits autrefois par Schlegel, par Günther et par Jan étaient basés sur des conceptions absolument fausses et conduisaient à une classification bien plus artificielle que celle qui a prévalu depuis.

Théoriquement, il est bien certain que l'absence de sillon ou rainure sur les dents est le caractère primitif. Ce sillon doit s'être développé graduellement sur certaines dents, comme une foule de genres nous en offrent des exemples, devenant ensuite de plus en plus profond jusqu'au point où la dent s'est repliée pour constituer un crochet canaliculé ouvert en avant (la plupart des Protéroglyphes) ou complètement fermé, sauf aux extrémités (*Elaps*, *Dendraspis*, Solénoglyphes). Il n'y a aucune corrélation entre la grandeur des dents et leur transformation en crochets à venir : à preuve les Opisthoglyphes cités plus haut et certains Hydrophides dont les crochets antérieurs sont bien petits en comparaison d'autres Protéroglyphes et des Solénoglyphes.

Au point de vue de l'évolution j'en suis toujours à l'opinion exprimée il

---

([1]) Günther, *Biol. C.-Am. : Rept.*, 1895, p. 166. — Boulenger, *Cat. Snakes*, t. 3, 1896, p. 202.

y a 25 ans (1) sur l'origine des Protéroglyphes et des Solénoglyphes. Les genres *Ogmodon* et *Toxicocalamus* nous donnent une idée des formes de passage entre les Aglyphes et les Protéroglyphes, et une découverte toute récente vient confirmer en tous points la théorie de la dérivation des Solénoglyphes des Aglyphes par l'intermédiaire des Opisthoglyphes. Il a été reconnu par mon fils E.-G. Boulenger (2) que le maxillaire, très raccourci, de *Xenodon Merremi* est mobile perpendiculairement à l'axe du crâne, et il suffit de se figurer ledit os plus raccourci encore, la suppression des petites dents antérieures et la cannelure des grands crochets pour concevoir les étapes qui ont conduit à l'appareil maxillaire des Vipères.

Les objections qui ont été présentées, au point de vue physiologique (3), à cette théorie ne peuvent subsister, car si le venin de *Cœlopeltis* se rapproche par sa nature et son action de celui des Protéroglyphes, des observations récentes ont démontré qu'il n'en est pas de même pour d'autres Opisthoglyphes. Ainsi le venin de *Dispholidus* (4) est du type Solénoglyphe et le fait que *Oxyrhopus clœlia* (5) est réfractaire au venin des Solénoglyphes, tout en succombant à celui des Elaps, conduit à la même conclusion.

RAPPORTS.

Rapport présenté au nom de la Section de Géométrie, par M. P. Appell, sur un Mémoire de M. H. Duport, intitulé : *Sur la loi de l'attraction universelle* (6).

La structure intime des corps, la continuité ou la discontinuité de la matière ont fait l'objet des hypothèses les plus variées et les plus contradictoires. Suivant la commodité des raisonnements en Mécanique, en Physique et en Chimie, les savants et quelquefois les mêmes savants ont adopté

(1) *Cat. Snakes*, t. 1, 1893, p. 2, et *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1896, p. 614.

(2) *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1915, p. 83.

(3) C. Phisalix, *Jubil. Soc. de Biologie*, 1899, p. 240, et *Bull. Mus. Paris*, 1902, p. 105. — Hewitt, *Ann. Transv. Mus.*, t. 3, 1911, p. 93.

(4) Fitz Simons, *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, t. 3, 1909, p. 271.

(5) Vital Brazil, *La défense contre l'Ophidisme* (Saint-Paul, 1914), p. 200.

(6) Séance du 9 juillet 1917.

successivement les deux conceptions. Si, dans la théorie mathématique de l'attraction et du potentiel, dans l'étude classique du mouvement des fluides, etc., on admet la continuité, dans la théorie cinétique des gaz, dans la chimie atomique, etc., c'est la discontinuité qui est supposée.

Avec l'hypothèse de la discontinuité, en admettant que la matière soit composée d'atomes, on avait fait jusqu'ici peu de recherches rationnelles sur les actions mutuelles qui peuvent s'exercer entre ces atomes, de telle façon que, dans toutes les circonstances, les grands principes expérimentaux de la Mécanique et de la Physique soient respectés.

Un savant français, M. Duport, professeur à l'Université de Dijon, a consacré la plus grande partie de sa vie à l'étude de cet important problème. En admettant que les forces qui s'exercent entre deux atomes dépendent de leurs positions relatives et de leurs vitesses relatives de rotation et de translation, M. Duport établit un ensemble d'équations fonctionnelles et d'équations aux dérivées partielles qui, par une résolution méthodique, donneront, d'après l'auteur, toutes les lois possibles, entre lesquelles l'expérience devra choisir.

M. Duport présente à l'Académie le premier des Mémoires systématiques qu'il se propose de publier sur l'ensemble de ses travaux. Ce Mémoire a été analysé dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 945. Les résultats qu'il contient et les vues générales qui y sont développées sont, à un très haut point, dignes d'attention. Il convient d'encourager l'auteur dans cette voie féconde qui promet de conduire à des résultats importants et profonds, tant dans le domaine des Sciences mathématiques et physiques que dans celui de la Philosophie naturelle.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de huit de ses Membres qui feront partie de la *Commission technique de la Caisse des recherches scientifiques*.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 38 :

MM. **Th. Schlœsing** père, au titre de la Section d'Économie rurale; **Edm. Perrier**, au titre de la Section d'Anatomie et Zoologie; **Guignard**, au titre de la Section de Botanique; **A. Laveran**, au titre de la Section de

Médecine et Chirurgie; MM. **G. Lippmann**, **A. Gautier**, **É. Picard**, **A. Lacroix**, choisis en dehors de ces Sections, réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. **Henry Bourget** adresse un Rapport relatif à l'emploi qu'il a fait de la subvention qui a été accordée sur la *Fondation Loutreuil*, en 1916, à l'Observatoire de Marseille, pour la publication du *Journal des Observateurs*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage en six volumes intitulé : *Grandes voûtes*, par Paul Séjourné.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des séries trigonométriques conjuguées.* Note [1] de M. **J. Priwaloff**.

Le but de la présente Note est de démontrer quelques propositions se rattachant au problème suivant :

Soit

$$\sum_{n=1}^{\infty}(a_n \cos nx + b_n \sin nx) = \sum_{n=1}^{\infty} A_n(x) \tag{1}$$

une série trigonométrique qui est convergente dans l'ensemble M *de mesure* m, $m > 0$; *la série conjuguée*

$$\sum_{n=1}^{\infty}(a_n \sin nx - b_n \cos nx) = \sum_{n=1}^{\infty} \overline{A}_n(x) \tag{2}$$

est-elle convergente presque partout dans M?

Ce problème a été résolu par moi dans le cas où les séries (1), (2) sont toutes deux des séries de Fourier (*Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 123). Maintenant je me propose de déduire quelques propositions plus générales.

En désignant par $s_n(x)$ la somme des n premiers termes de la série donnée, par $\sigma_n^{(p)}(x)$ les sommes moyennes arithmétiques d'ordre p de la

---

[1] Séance du 9 juillet 1917.

série conjuguée, nous avons l'identité de M. Fejér

(F)
$$\sigma_n^{(1)}(x) = \sigma_n^{(0)}(x) + \frac{s'_n(x)}{n+1}.$$

Il en résulte immédiatement l'identité suivante :

(F′)
$$\sigma_n^{(p)}(x) = \sigma_n^{p-1}(x) + \left(\frac{s'_n(x)}{n+1}\right)^{(p-1)}.$$

Supposons que la série donnée soit convergente dans l'ensemble M de mesure m, $m > 0$. Alors $\frac{s'_n(x)}{n+1}$ tend vers zéro avec $\frac{1}{n}$ presque partout dans M, comme je l'ai démontré dans la Note citée.

Dans cette hypothèse, l'identité (F′) revient à

$$\lim_{n=\infty} [\sigma_n^{(p)}(x) - \sigma_n^{(p-1)}(x)] = 0$$

presque partout dans M.

En donnant à p des valeurs q, $q-1$, ..., 2, 1, nous avons la proposition suivante :

I. *Soit* $\sum_{n=1}^{\infty} A_n(x)$ *une série trigonométrique qui est convergente dans l'ensemble* M *de mesure* m, $m > 0$; *pour que la série conjuguée* $\sum_{v=1}^{\infty} \overline{A}_n(x)$ *soit convergente presque partout dans* M, *il faut et il suffit qu'elle soit sommable par le procédé de Cesàro d'ordre quelconque* q *presque partout dans* M.

Corollaire. — *Soit* $\sum_{n=1}^{\infty} A_n(x)$ *une série trigonométrique qui est convergente dans l'ensemble* M *de mesure* m, $m > 0$; *pour que la série conjuguée* $\sum_{n=1}^{\infty} \overline{A}_n(x)$ *soit convergente presque partout dans* M, *il faut et il suffit qu'elle soit sommable par le procédé de Riemann presque partout dans* M.

D'après le théorème I, nous pouvons résoudre le problème posé pour le cas où la série donnée est une série de Fourier d'une fonction sommable arbitraire. A cet effet, nous utiliserons la proposition suivante :

II. *Soit* $\sum_{n=1}^{\infty} A_n(x)$ *une série de Fourier d'une fonction sommable* $f(x)$; *la*

série conjuguée $\sum_{n=1}^{\infty} \overline{A}_n(x)$ *est sommable simultanément par les procédés de Poisson et de Cesàro d'ordre* 2 *presque partout sur le segment* $0 \leqq x \leqq 2\pi$ *et représente*

$$g(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \frac{f(x+\alpha) - f(x-\alpha)}{2 \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2}} d\alpha,$$

l'intégrale $\int_0^{\pi}$ *étant définie comme* $\lim_{\varepsilon=0} \int_{\varepsilon}^{\pi}$.

Démonstration. — Considérons une fonction, holomorphe dans l'intérieur du cercle C, de rayon 1,

$$F(z) = P(\rho, x) + i Q(\rho, x),$$

où l'on a posé

$$P(\rho, x) = \sum_{n=1}^{\infty} \rho^n A_n(x) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(x+\alpha) \frac{1-\rho^2}{1+\rho^2 - 2\rho \cos\alpha} d\alpha,$$

$$Q(\rho, x) = \sum_{n=1}^{\infty} \rho^n \overline{A}_n(x) \qquad \text{et} \qquad z = \rho . e^{ix}.$$

On verra sans peine qu'on peut, sans restreindre la généralité, supposer $f(x) \geqq 0$ et, par conséquent, $P(\rho, x) \geqq 0$. En vertu d'une proposition démontrée par M. Fatou, $Q(\rho, x)$ tend vers la limite $g(x)$ quand ρ tend vers l'unité presque partout sur la circonférence $0 \leqq x \leqq 2\pi$.

On peut écrire

$$\begin{aligned} Q(\rho, x) = {} & \frac{1}{2\pi} \int_0^{\varepsilon} [f(x+\alpha) - f(x-\alpha)] \frac{2\rho \sin\alpha}{1+\rho^2 - 2\rho\cos\alpha} d\alpha \\ & + \frac{1}{\pi} \int_{\varepsilon}^{\pi} \frac{f(x+\alpha) - f(x-\alpha)}{2 \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2}} d\alpha \\ & + \frac{1}{2\pi} \int_{\varepsilon}^{\pi} [f(x+\alpha) - f(x-\alpha)] \frac{(1-\rho)^2}{1+\rho^2 - 2\rho\cos\alpha} \, \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha} d\alpha \\ = {} & J_1(x) + J_2(x) + J_3(x) \qquad (\text{on pose } 1 - \rho = \varepsilon). \end{aligned}$$

On établit, après quelques calculs, que

$$\lim_{\varepsilon=0} J_1(x) = 0, \qquad \lim_{\varepsilon=0} J_3(x) = 0$$

presque partout sur le segment $0 \leqq x \leqq 2\pi$. Par conséquent

$$\lim_{\varepsilon=0} \frac{1}{\pi} \int_{\varepsilon}^{\pi} \frac{f(x+\alpha) - f(x-\alpha)}{2 \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2}} d\alpha$$

existe presque partout sur le segment $0 \leq x \leq 2\pi$ et définit la fonction $g(x)$.

En désignant par $\sigma_n(x)$ la somme des n premiers termes de la série conjuguée nous avons

$$\sigma_n(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi}[f(x+\alpha)-f(x-\alpha)]\left[\frac{1}{2\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2}} - \frac{\cos\left(n+\frac{1}{2}\right)\alpha}{2\sin\frac{\alpha}{2}}\right]d\alpha.$$

Il en résulte, après quelques transformations élémentaires,

$$\lim_{n=\infty}\sigma_n^{(2)}(x) = g(x)$$

presque partout sur le segment $0 \leq x \leq 2\pi$, $\sigma_n^{(2)}(x)$ étant des sommes de Cesàro d'ordre 2. C. Q. F. D.

Énonçons, comme corollaire, que, *si la série trigonométrique de Fourier d'une fonction sommable* $\sum_{n=1}^{\infty} A_n(x)$ *est convergente dans l'ensemble* M *de mesure* m, $m > 0$, *la série conjuguée* $\sum_{n=1}^{\infty} A_n(x)$ *est convergente presque partout dans* M.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations canoniques et sur les développements en série de la Mécanique céleste.* Note de **M. E. Vessiot.**

1. Les formules

$$(1)\quad \begin{cases} x_k = \varphi_k(a_1, \ldots, a_n;\, b_1, \ldots, b_n \,|\, t), \qquad y_k = \psi_k(a_1, \ldots, a_n;\, b_1, \ldots, b_n \,|\, t) \\ (k = 1, 2, \ldots, n), \end{cases}$$

qui définissent l'intégrale générale d'un système canonique

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{dx_k}{dt} = \dfrac{\partial F(x_1, \ldots, x_n;\, y_1, \ldots, y_n \,|\, t)}{\partial \varphi_k}, \qquad \dfrac{dy_k}{dt} = -\dfrac{\partial F(x_1, \ldots, x_n;\, y_1, \ldots, y_n \,|\, t)}{dx_k} \\ (k = 1, 2, \ldots, n) \end{cases}$$

sont, pour un choix convenable des constantes d'intégration a_k, b_k, les équations d'une famille de *transformations canoniques* [1]. De là découlent

[1] C'est un cas particulier de la propriété générale que j'ai signalé en 1897 (*Comptes rendus*, t. 125, 1897, p. 1019). J'appelle ici *canoniques* les transformations qui reproduisent $\Sigma y_k\, \delta x_k$ à une différentielle totale près.

toutes les théories classiques sur la transformation et l'intégration des systèmes canoniques. Il suffit, par exemple, de chercher les formules (1) sous la forme explicite des transformations canoniques

$$(3) \qquad y_k = \frac{\partial V}{\partial x_k}, \qquad b_k = -\frac{\partial V}{\partial a_k} \qquad (k = 1, 2, \ldots, n)$$

(qui résulte immédiatement de leur définition), pour être conduit à l'équivalence du système (2) et de l'équation aux dérivées partielles d'Hamilton-Jacobi. Si l'on cherche à déterminer les formules (1) par les relations de *crochets* qui les caractérisent, on obtient aussitôt la *seconde méthode* d'intégration de Jacobi. La théorie des *groupes de fonctions*, de S. Lie, se présente aussi naturellement, quand on applique, à la discussion des méthodes d'intégration, les notions de *groupe de rationalité* et de *groupe spécifique* (1).

2. La même propriété fondamentale peut être utilisée avantageusement dans la recherche des développements en série de la théorie des perturbations. Soit alors

$$(4) \qquad F = F_0 + \frac{\mu}{1} F_1 + \frac{\mu^2}{1.2} F_2 + \ldots,$$

μ étant le paramètre au moyen duquel on met en évidence l'ordre de grandeur des termes du développement de la fonction perturbatrice, relativement aux masses. Les variables $x_1, \ldots, x_p$ sont proportionnelles aux racines carrées des grands axes: $y_1, \ldots, y_p$ sont les longitudes moyennes; enfin $x_{p+1}, \ldots, x_n; y_{p+1}, \ldots, y_n$ sont les éléments excentriques et obliques. F_0 ne dépend alors que de $x_1, \ldots, x_p$; $F_1, F_2, \ldots$ sont des séries entières en $e^{\pm iy_1}, \ldots, e^{\pm iy_p}; x_{p+1}, \ldots, x_n; y_{p+1}, \ldots, y_n$, dont les coefficients dépendent de $x_1, \ldots, x_p$.

On obtiendra les intégrales (1), développées suivant les puissances de μ, en intégrant, par l'algorithme taylorien, un système canonique auxiliaire

$$(5) \qquad \frac{dx_k}{d\mu} = \frac{\partial H}{\partial y_k}, \qquad \frac{dy_k}{d\mu} = -\frac{\partial H}{\partial x_k} \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

avec les conditions initiales qui donnent, pour $\mu = 0$, le mouvement elliptique

$$(6) \qquad x_k = x_k^0, \qquad y_k = -\frac{\partial F_0}{\partial x_k^0} t + y_k^0, \qquad x_{p+h} = x_{p+h}^0, \qquad y_{p+h} = y_{p+h}^0,$$

(1) *Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. 29, p. 211.

où $k = 1, 2, \ldots, p$; $h = 1, 2, \ldots, n-p$; et où les lettres affectées de l'indice zéro sont des constantes. La fonction H, qu'on cherchera sous la forme

$$(7) \qquad H = H_0 + \frac{\mu}{1} H_1 + \frac{\mu^2}{1.2} H_2 + \ldots,$$

est celle des intégrales de l'équation auxiliaire

$$(8) \qquad \frac{\partial H}{\partial t} + (F, H) = \frac{\partial F}{\partial \mu}$$

qui s'annule identiquement pour $t = 0$.

3. Les fonctions H_k sont données par les quadratures

$$(9) \qquad \overline{H_k} = \int_0^t \overline{G_{k+1}}\, dt,$$

où les G_k sont définis, de proche en proche, par les formules

$$(10) \qquad \begin{cases} G_1 = F_1, \\ G_k = F_k + \dfrac{k-1}{1}(H_0, F_{k-1}) + \dfrac{(k-1)(k-2)}{1.2}(H_1, F_{k-2}) + \ldots + \dfrac{k-1}{1}(H_{k-1}, F_1) \end{cases}$$

et où le trait placé au-dessus des lettres indique le changement de variables

$$(11) \qquad y_k = z_k - \frac{\partial F_0}{\partial x_k} t \qquad (k = 1, 2, \ldots, p).$$

On peut, par suite, en écrire les expressions explicites suivantes, où nous mettons en évidence la seule variable d'intégration t, et où les crochets seront pris relativement à $x_1, \ldots, x_p, x_{p+1}, \ldots, x_n$; $z_1, \ldots, z_p, y_{p+1}, \ldots, y_n$:

$$(12) \qquad \overline{H_0} = \int_0^t \overline{F_1}(\tau)\, d\tau, \qquad \overline{H_1} = \int_0^t \overline{F_2}(\tau)\, d\tau + \int_0^t d\tau' \int_0^{\tau'} \left(\overline{F_1}(\tau), \overline{F_1}(\tau')\right) d\tau, \qquad \ldots.$$

4. Il suffit de connaître $\overline{H_0}, \overline{H_1}, \ldots, \overline{H_{k-1}}$ pour calculer les éléments x_k, y_k $(k = 1, 2, \ldots, n)$ jusqu'aux termes en μ^k, inclusivement, par de simples différentiations. On trouve ainsi, plus généralement, pour une fonction quelconque $f(x_1, \ldots, x_n; y_1, \ldots, y_n)$ de ces éléments, la formule explicite

$$(13) \qquad f = \bar{f} + \frac{\mu}{1} \int_0^t \left(\overline{F_1}(\tau), \bar{f}(t)\right) d\tau + \frac{\mu^2}{1.2} \left\{ \int_0^t \left(\overline{F_2}(\tau), \bar{f}(t)\right) d\tau + 2 \int_0^t d\tau' \int_0^{\tau'} \left[\overline{F_1}(\tau), \left(\overline{F_1}(\tau'), \bar{f}(t)\right)\right] d\tau \right\} + \ldots,$$

où l'on doit, dans le second membre, faire $x_k = x_k^0$ ($k = 1, 2, \ldots, n$); $z_k = y_k^0$ ($k = 1, 2, \ldots, p$); $y_{p+h} = y_{p+h}^0$ ($h = 1, 2, \ldots, n - p$).

Cette formule, très simple quand on s'arrête, comme nous le faisons ici, aux termes en μ^2, a, sur l'emploi de la méthode classique, l'avantage de ne pas nécessiter des changements de variables successifs. N'introduisant que des crochets, elle permet le passage immédiat d'un système d'éléments canoniques à un autre. Elle met en évidence les propriétés classiques des développements des éléments canoniques : le théorème de Poisson, sur l'invariabilité des grands axes, en est une conséquence immédiate. Elle paraît aussi devoir être avantageuse pour les calculs pratiques, car elle permettra de prévoir à l'avance les termes du développement de la fonction perturbatrice devant fournir, dans les développements des éléments, des termes d'un type donné.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur le développement en fraction continue d'une irrationnelle quadratique.* Note ([1]) de M. **Amsler**, transmise par M. G. Humbert.

1. *Rappel de résultats connus.* — Soit $f(z, 1) = az^2 + 2bz + c = 0$ une équation à coefficients a, b, c entiers, ayant une et une seule racine positive ω, ce qui entraîne $ac < 0$.

Une méthode connue permet d'approcher de ω par une suite de fractions successives, en partant des fractions $\frac{1}{0}$ et $\frac{0}{1}$; si $p:q$ est la dernière fraction écrite, et $p':q'$ la dernière fraction approchée de ω dans l'autre sens que $p:q$, la fraction qui suivra $p:q$ sera la *médiante*, $(p+p'):(q+q')$, entre $p:q$ et $p':q'$.

Il est clair que le calcul des termes successifs de la suite doit se combiner avec celui des expressions telles que $f(p, q)$, puisqu'il est nécessaire de connaître l'ordre de grandeur des $p:q$ et de ω.

Soit par exemple l'équation $3z^2 + 8z - 7 = 0$; les calculs sont les suivants, si l'on écrit sur une première ligne les $f(p, q)$ et, sur une seconde ligne correspondante, les $p:q$:

(1)	3	-7	4	-9	-3	11	12	7	-4	....
(2)	$\frac{1}{0}$	$\frac{0}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{7}$	$\frac{7}{10}$	$\frac{9}{13}$	....

([1]) Séance du 9 juillet 1917.

La racine ω a pour *caractéristique* (Christoffel) $\varepsilon^1\eta^1\varepsilon^2\eta^2\varepsilon^3\ldots$, d'où le développement en fraction continue (¹) $1 - 1 + \cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{3+\ldots}}}$

2. *Calcul direct de la suite* (1). — Appelons *index successifs* les termes de la suite (1); nous allons voir qu'on peut les calculer *directement*, à partir des premiers, sans passer par la suite (2) et sans avoir à opérer de substitutions dans $f(x, y)$.

Introduisons pour cela la notion de *groupe d'index contigus*. Soient

$$f(p, q), \quad f(p_1, q_1), \quad f(p_2, q_2)$$

trois index, qui ne sont pas nécessairement consécutifs, mais qui, écrits dans l'ordre où ils se présentent dans la suite (1), sont tels qu'on ait

$$p_2 = p + p_1, \quad q_2 = q + q_1;$$

nous dirons que les trois *index* sont *contigus* ou forment un *groupe d'index contigus*. Par exemple, dans notre exemple numérique, les groupes successifs d'index contigus sont

$(3, -7, 4)$; $(-7, 4, -9)$; $(4, -9, -3)$; $(4, -3, 11)$; $(-3, 11, 12)$; ....

Cela posé, on a les propriétés suivantes :

1° Entre trois index contigus r, r_1, r_2 existe la relation

$$r^2 + r_1^2 + r_2^2 - 2rr_1 - 2rr_2 - 2r_1r_2 = 4(b^2 - ac). \tag{3}$$

2° r et r_1 sont de signes contraires; $r + r_1 + r_2$ est pair.

Voici enfin la Règle qui, étant donné un groupe de trois index r, r_1, r_2, permet de calculer directement l'index, r''', *qui suit* r_2 dans la suite (1) : écrire, dans leur ordre, les trois index r, r_1, r_2, en permutant au besoin les deux premiers, de manière que les trois index ainsi obtenus r, r', r'' (où $r'' = r_2$) présentent deux variations de signe; on a alors r''' par la relation

$$r''' + r = 2(r' + r''). \tag{4}$$

Par exemple, soit à chercher l'index qui suit 12 dans la suite (1); 12 est le dernier index du *groupe* $(-3, 11, 12)$; nous écrirons, en permutant -3

(¹) Voir par exemple Hurwitz, *Math. Ann.*, t. 39, p. 279, et t. 45, p. 85.

et 11, de manière à introduire deux variations, 11, -3, 12, d'où $r=11$, $r'=-3$, $r''=12$, et la formule (4) donnera immédiatement

$$r'''=18-11=7.$$

On a ainsi un moyen rapide et direct de former la suite (1) seule; on en déduit immédiatement la suite (2), ou, si l'on préfère, la *caractéristique* de ω, c'est-à-dire son développement en fraction continue.

Un procédé analogue est applicable aux irrationnelles cubiques.

3. *Autres propriétés des groupes d'index.* — Trois entiers r, r_1, r_2, de somme paire, dont les deux premiers sont de signes contraires, engendrent une suite d'index, qui régit le calcul de la racine positive de l'équation

$$rz^2+(r_2-r_1+r)z+r_1=0. \tag{5}$$

Les groupes d'index se reproduisent périodiquement dès le premier; la suite des index est périodique, au moins à partir du troisième.

Parmi les deux groupes r, r_1, r_2 et r_1, r, r_2, un seul admet un *précédent*, c'est-à-dire est au moins le deuxième d'une suite de groupes d'index contigus.

Supposons que le groupe r, r_1, r_2 admette un précédent; calculons la racine positive de (5) : nous sommes conduits à une chaîne périodique de groupes d'index contigus, ρ, ρ_1, ρ_2, chaîne que nous appellerons un *cycle*, et nous dirons que les formes

$$\rho x^2+(\rho_2-\rho_1+\rho)xy+\rho_1 y^2 \tag{6}$$

sont *rattachées* à ce cycle.

Les formes rattachées à un même cycle sont équivalentes (proprement ou improprement) les unes aux autres.

Dans les formes (6) rattachées à un cycle, faisons la substitution

$$|x, y;\ X, -Y|$$

ou la substitution

$$|x, y;\ Y, -X|,$$

selon que la suite ρ, ρ_1, ρ_2 présente une ou deux variations; les formes obtenues, écrites en ordre inverse, sont rattachées à un cycle, dit *conjugué* du premier.

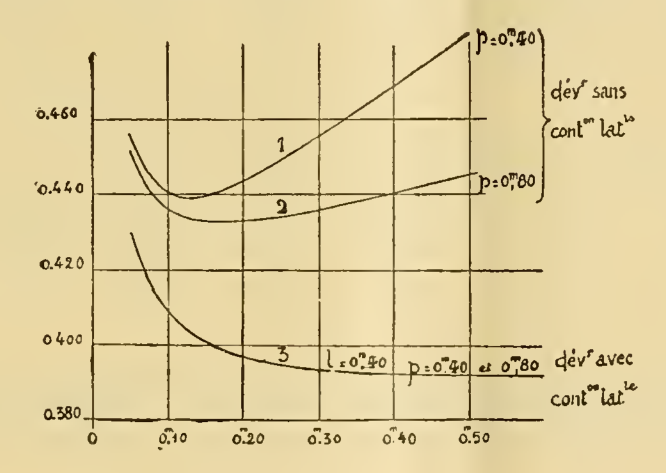
On déduit de là, entre autres conséquences : le théorème de Lagrange sur la périodicité des quotients incomplets de ω; la condition d'équivalence (propre ou impropre) de deux formes *réduites* [la forme (a, b, c) est réduite

si $ac < 0$]; la détermination de l'ensemble des réduites équivalentes (proprement et improprement) à une réduite donnée; la décomposition d'une substitution modulaire en ses éléments, c'est-à-dire son expression à l'aide des deux substitutions fondamentales classiques du groupe modulaire.

HYDRAULIQUE. — *Sur l'écoulement en déversoir par nappe libre avec contraction latérale.* Note de M. V.-M. HEGLY, transmise par M. A. Blondel.

En employant un procédé analogue à celui de M. Bazin, nous avons pu exécuter, en 1915 et 1916, un premier groupe d'expériences sur des déversoirs verticaux en mince paroi, à nappe libre et avec contraction latérale; ces déversoirs étaient établis dans un canal de section rectangulaire ayant 2^m de largeur; les hauteurs h des déversoirs étaient de $0^m,80$ et $0^m,40$, et les largeurs l de $1^m,80$, $1^m,60$, $1^m,20$, $0^m,80$ et $0^m,40$.

Les coefficients de débit m, que nous avons calculés d'après les résultats des expériences, sont ceux de la formule classique de Dubuat $q = mlh\sqrt{2gh}$.



Leur variation est tout à fait analogue à celle des coefficients de la nappe sans contraction latérale, c'est-à-dire qu'ils décroissent à partir des faibles charges pour croître ensuite avec la charge. Si, pour une même hauteur du déversoir, on trace la courbe relative à chaque largeur, on obtient un faisceau de six courbes limité par la courbe du déversoir sans contraction latérale et dont la courbe inférieure est celle du déversoir ayant la plus petite largeur expérimentée. On voit dans ce faisceau le minimum accusé

sur chaque courbe se déplacer vers les plus fortes charges quand la largeur du déversoir diminue. De plus, si l'on compare chaque courbe du faisceau pour la hauteur de $0^m,40$ avec la courbe correspondante du faisceau pour $0^m,80$, on voit que l'écart d'une courbe à l'autre va en diminuant avec la largeur, de telle sorte que pour la dernière largeur expérimentée, celle de $0^m,40$, les deux courbes se superposent exactement dans les petites charges et ne divergent que peu à peu quand la charge augmente. La figure ci-dessus montre les courbes limites de chacun de nos deux faisceaux; celui des déversoirs de $0^m,40$ de hauteur serait compris entre les courbes 1 et 3 et celui des déversoirs de $0^m,80$ de hauteur entre les courbes 2 et 3. Le Tableau ci-après reproduit quelques-uns de nos coefficients :

Charge h.	Déversoir de 2^m de largeur sans contraction latérale.	Déversoir avec contraction latérale.				
		$l=1^m,80$.	$l=1^m,60$.	$l=1^m,20$.	$l=0^m,80$.	$l=0^m,40$.
	Déversoirs de $0^m,40$ *de hauteur.*					
m 0,10......	0,438	0,435	0,431	0,424	0,416	0,408
0,20......	0,444	0,435	0,428	0,417	0,406	0,395
0,30......	0,457	0,444	0,432	0,419	0,405	0,392
0,40......	0,470	0,454	0,440	0,422	0,405	0,391
0,50......	0,484	0,465	0,448	0,424	0,405	0,391
	Déversoirs de $0^m,80$ *hauteur.*					
0,10......	0,435	0,432	0,428	0,422	0,415	0,408
0,20......	0,431	0,424	0,418	0,410	0,403	0,394
0,30......	0,435	0,426	0,419	0,409	0,401	0,391
0,40......	0,440	0,430	0,422	0,409	0,400	0,391
0,50......	0,446	0,435	0,425	0,410	0,400	0,390

Les différences que l'on constate dans les coefficients ci-dessus, pour la même charge et une même largeur, sont dues à la vitesse d'arrivée. Des considérations semblables à celles qui ont conduit M. Bazin à la formule

$$m = \mu\left[1 + k\left(\frac{h}{h+p}\right)^2\right], \tag{1}$$

dans laquelle p est la hauteur du déversoir et μ le coefficient applicable à un déversoir de très grande hauteur sans contraction latérale, nous ont conduit à l'expression

$$m = \mu'\left[1 + k\left(\frac{l}{L}\right)^2\left(\frac{h}{h+p}\right)^2\right], \tag{2}$$

l étant la largeur réelle du déversoir et L celle du canal d'amenée. Nous avons constaté que la valeur $k = 0,55$, proposée par M. Bazin pour la formule (1), s'appliquait également à l'expression (2), malgré la complication apportée dans l'écoulement par la contraction latérale.

M. Bazin a proposé pour la valeur de μ la formule pratique

$$\mu = 0,405 + \frac{0,003}{h}, \tag{3}$$

qui est l'équation d'une hyperbole équilatère, dont un arc compris entre $h = 0^{m},10$ et $h = 0^{m},60$ représente avec une exactitude très suffisante les valeurs de μ. Après avoir comparé nos résultats avec ceux d'autres expérimentateurs, pour lesquels la largeur L était différente de 2^{m}, nous pensons que la valeur de μ' peut, avec une exactitude aussi grande que celle de la formule (3), être représentée par l'expression

$$\mu' = 0,405 - 0,030\frac{L - l}{L} + \frac{0,0027}{h}, \tag{4}$$

applicable pour des valeurs de $\frac{L - l}{L}$ comprises entre 0 et 0,90, et pour des charges comprises entre $0^{m},10$ et $0^{m},60$. Nous croyons qu'elle s'applique même pour des charges supérieures à $0^{m},60$; mais au-dessous de $h = 0^{m},10$ l'erreur dépasserait 1 pour 100.

En résumé et en réunissant les formules (2) et (4), le coefficient m pour des nappes avec contraction latérale, sur un déversoir vertical en mince paroi de largeur l et de hauteur p, établi dans un canal rectangulaire de largeur L, est fourni pratiquement par l'expression :

$$m = \left(0,405 - 0,030\frac{L - l}{L} + \frac{0,0027}{h}\right)\left[1 + 0,55\left(\frac{l}{L}\right)^2\left(\frac{h}{h + p}\right)^2\right],$$

laquelle, à la limite $L - l = 0$, ou $\frac{l}{L} = 1$, c'est-à-dire quand la contraction latérale est supprimée, reproduit bien les formules de M. Bazin.

ASTRONOMIE. — *Occultations observées pendant l'éclipse totale de Lune du 4 juillet 1917, à l'observatoire de Lyon.* Note de MM. **Luizet** et **Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Les observations suivantes ont été faites à la faveur d'une grande éclaircie, malgré qu'elles aient été gênées, parfois, par les nuages; ceux-ci

ont, d'ailleurs, voilé complètement quelques phénomènes, ainsi que le commencement et la fin de l'éclipse.

M. Luizet a observé à l'équatorial coudé ($0^m,32$ d'ouverture), avec un oculaire grossissant 75 fois; M. Guillaume à l'équatorial Brünner ($0^m,16$ d'ouverture) avec un oculaire grossissant 100 fois.

La désignation et la grandeur des étoiles occultées sont prises dans les zones de Cordoba.

Étoiles.	Gr.	Phén.	Obs.	T. m. de Lyon.	Remarques.
o				h m s	
—23,14922...	9,1	I	L	9.20.39,6	
—23,14932...	9,8	I	L	36.54,7	»
—23,14936...	10.0	I	L	40.17	étoile très faible.
—23,14921...	8,1	I	L	44.44,1	»
			G	44.44,2	»
—23,14943...	9,6	I	L	48.12,2	»
			G	48,12,5	disparition instantanée.
—23,14921...	8,1	E	L	58.18,8	»
—23,14949...	9,4	I	L	10. 2.12,3	nuages.
			G	2.12,3	disparition instantanée.
—23,14941...	9,5	I	L	3. 4,6	»
			G	3. 5,3	disparition instantanée.
—23,14945 ..	8,9	I	L	5.37,8	»
			G	5.38,1	l'étoile s'éteint.
—23,14958...	9,8	I	L	18.18,1	étoile très faible, difficile.
			G	18.10,7	perdue au contact.
—23,14961...	9,8	I	L	18.33,6	mêmes remarques que pour la précédente.
			G	18.22,7	
—23,14960...	9,9	I	L	24.43,8	id.
			G	24.33,6	
—23,14953...	8,1	I	L	29.18,5	contact 4 secondes avant.
			G	29.18,6	étoile s'éteint, contact $1^s,5$ avant.
—23,14977...	8,9	I	L	50.23,0	disparition dans une dépression du limbe.
—23,14971...	8,5	I	L	10.59.34,4	nuages.

Les images stellaires étaient bonnes et le limbe lunaire très net.

La Lune a présenté les colorations habituelles des belles éclipses.

PHYSIQUE. — *Appareil d'induction pour la recherche des projectiles.* Note (¹) de M. St. Procopiu, présentée par M. Lippmann.

Les appareils de recherche des projectiles, dans le corps des blessés, dérivent de l'électro-aimant à courant alternatif, ou de la balance électromagnétique de Hughes (²). Avec l'électro-aimant on doit percevoir le projectile par le toucher et, avec la balance d'induction, on le perçoit par le téléphone.

J'ai construit un appareil, qui permet de lire à un galvanomètre la présence du projectile et qui donne la possibilité d'en apprécier la distance. C'est un appareil basé sur l'induction.

Sur un noyau en fer de 11^{cm} de longueur et 2^{cm} de diamètre il y a trois bobines, une centrale de 5^{cm} de longueur en fil isolé de $1^{mm},5$ de diamètre et deux bobines latérales en fil fin, parfaitement identiques. Par la bobine centrale passe le courant alternatif de 3-6 ampères, ou un courant continu interrompu; les bobines extrêmes sont les bobines induites, dont les enroulements sont faits dans le même sens. On a les quatre bouts 1, 2, 3, 4; on connecte 2 avec 3. La force électromotrice d'induction entre 1 et 4 sera nulle, car les courants qui prennent naissance dans les deux bobines sont égaux, mais opposés.

On peut utiliser les deux bouts libres 1 et 4 à un téléphone, mais pour qu'on puisse déceler les plus petits changements du champ magnétique j'ai utilisé le galvanomètre avec une soupape qui transforme le courant alternatif d'induction en courant continu, aisément mis en évidence par le galvanomètre. La soupape utilisée a été un détecteur à galène, de la télégraphie sans fil (³).

Le courant passe du bout 4 à la pointe de cuivre D, au cristal de galène et au galvanomètre (⁴). On trouve quelquefois sur le cristal des points, qui laissent passer le courant dans un sens opposé, mais alors ces points

---

(¹) Séance du 9 juillet 1917.

(²) G. Lippmann, *Comptes rendus*, t. 159, 1914, p. 627. — A. de la Baume-Pluvinel, *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 402.

(³) Je dois l'utilisation du détecteur à une suggestion de M. le Prof. Dr Hurmuzescu.

(⁴) St. Procopiu, *Bulletin scientifique de l'Académie roumaine*, 13 décembre 1913. — Mlle Paule Collet, *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 90.

sont de moindre sensibilité et seulement dans le cas qu'on presse le fil sur le cristal ([1]).

Une difficulté surgit : les deux bobines induites ne peuvent être parfaitement égales et un courant passe toujours par le galvanomètre. On fait la correction en intercalant dans le circuit du galvanomètre un potentiomètre P avec une pile E.

Si une balle se trouve dans l'axe de l'appareil, le champ magnétique alternatif du noyau produit dans la balle des courants induits qui donnent naissance à un champ magnétique, réagissant à son tour sur le champ magnétique du noyau de l'appareil; il se produit alors une dissymétrie qui fait que l'une des bobines induites l'emporte sur l'autre, et cela se traduit par une déviation du galvanomètre. *La valeur maximum de la déviation se présente lorsque le projectile se trouve dans la direction de l'axe du noyau*, de sorte qu'on peut repérer exactement l'emplacement du projectile.

Pour avoir les conditions du meilleur rendement il faut que la saturation du noyau ne soit pas atteinte, donc courant primaire faible; que les bobines induites soient de petite longueur, et que la résistance du circuit galvanométrique soit faible (au-dessous de la résistance critique).

Voici un exemple : pour une balle de 15^g de mitrailleuse roumaine (paroi ferro-nickel), avec un galvanomètre de médiocre sensibilité $\left(5.10^{-6}\frac{\text{amp}}{\text{m}}\right)$. La distance de la balle vis-à-vis de l'extrémité du noyau est donnée en centimètres et la déviation du galvanomètre, sur l'échelle à 1^m, est donnée en millimètres.

Distance de la balle (en centimètres)	10	8	6	4	3
Déviations du galvanomètre (en millimètres) ...	4	8	25	110	200

La sensibilité pourrait être augmentée en utilisant un noyau en fils de fer doux et en réduisant la dissymétrie initiale.

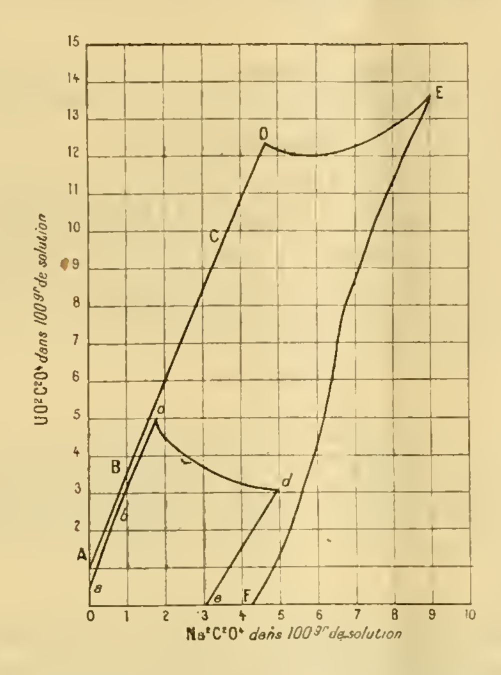
L'appareil permet d'apprécier aussi la distance du projectile d'après la déviation galvanométrique.

([1]) St. Procopiu, *loc. cit.*

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude du système eau, oxalate d'uranyle, oxalate de sodium.* Note (¹) de M. A. COLANI, présentée par M. A. Haller.

On a décrit jusqu'ici deux oxalates doubles d'uranyle et de sodium :

1° $Na^2(UO^2)(C^2O^4)^2.4H^2O$, préparé par Rosenheim et Lienau (²); par l'étude de la conductibilité des solutions d'oxalate d'uranyle et d'oxalate de sodium, Lienau établit le caractère complexe de ce composé. Dittrich (³)



déduit l'existence de ce corps de l'examen de la courbe de conductibilité et la confirme en déterminant quatre points de la courbe de solubilité. Wyrouboff (⁴) décrit un hydrate du même corps à $6H^2O$.

2° $Na^6(UO^2)^2(C^2O^4)^5.13H^2O$. Wyrouboff l'obtient en faisant cristalliser vers 50° un mélange équimoléculaire des deux composants; en

(¹) Séance du 2 juillet 1917.

(²) ROSENHEIM et LIENAU, *Zeitschr. anorg. Chem.*, t. 20, 1899, p. 281; LIENAU, *Inaug. Diss.*, Berlin, 1898, p. 51 et 59.

(³) DITTRICH, *Zeitschr. physik. Chem.*, t. 29, 1899, p. 449, et *Inaug. Diss.*, Leipzig, 1899, p. 34, 61, 65, 71.

(⁴) WYROUBOFF, *Bull. Soc. fr. Minéral.*, t. 32, 1909, p. 351, 357, 364.

augmentant la proportion d'oxalate sodique ($1^{mol},5$) il obtient le composé

$$Na^2(UO^2)(C^2O^4)^2.6H^2O.$$

Les courbes de solubilité du système eau, oxalate d'uranyle, oxalate neutre de sodium m'ont donné des résultats assez différents de ceux connus jusqu'ici. J'ai opéré à 15° et à 50°. Mes déterminations sont résumées dans le Tableau suivant où je n'ai fait figurer que les points de transformation. Tous les chiffres sont exprimés en grammes de sels anhydres pour 100^g de solution.

Points de transformation.	Solution. $UO^2C^2O^4$.	Solution. $Na^2C^2O^4$.	Phase solide.
	Température 15°.		
a	0,47	0	$UO^2C^2O^4.3H^2O$
b	2,65	0,80	$Na^2(UO^2)^4(C^2O^4)^5.11H^2O$
c	5,01	1,80	$Na^2(UO^2)(C^2O^4)^2.5H^2O$
d	3,14	4,93	$Na^2C^2O^4$
e	0	3,09	
	Température 50°.		
A	1,00	0	$UO^2C^2O^4.3H^2O$
B	3,58	1,01	$Na^2(UO^2)^4(C^2O^4)^5.11H^2O$
C	9,84	3,60	$Na^2(UO^2)^2(C^2O^4)^3.5H^2O$
D	12,33	4,62	$Na^2(UO^2)(C^2O^4)^2.5H^2O$
E	13,69	9,03	$Na^2C^2O^4$
F	0	4,28	

Les branches de courbes AB, BC, CD et *ab*, *bc* sont très sensiblement des droites à peine inclinées les unes par rapport aux autres.

Ces courbes montrent l'existence des combinaisons non encore connues $Na^2(UO^2)^4(C^2O^4)^5.11H^2O$ et $Na^2(UO^2)^2(C^2O^4)^3.5H^2O$. En outre, pour le corps $Na^2(UO^2)(C^2O^4)^2$, j'ai obtenu un hydrate à $5H^2O$; les cristaux préparés à 50° sont macroscopiquement identiques à ceux auxquels Wyrouboff assigne $6H^2O$; il n'a du reste dosé l'eau dans cette combinaison que par différence. En lui attribuant $4H^2O$ Rosenheim et Lienau ont fait de même.

Je n'ai pu reproduire le sel $Na^6(UO^2)^2(C^2O^4)^5.13H^2O$ de Wyrouboff. A 50°, en faisant cristalliser une solution contenant 1^{mol} ou $1^{mol},5$ d'oxalate de sodium pour 1^{mol} d'oxalate d'uranyle j'ai obtenu le corps

$$Na^2(UO^2)(C^2O^4)^2.5H^2O;$$

il en est de même à 75° avec le mélange équimoléculaire. Au contraire à 75° les premiers cristaux qui se déposent d'une solution à $1^{mol},5$ d'oxalate de sodium pour 1^{mol} d'oxalate d'uranyle répondent à la formule

$$Na^{10}(UO^2)^4(C^2O^4)^9.12H^2O;$$

c'est peut-être un composé défini. Il se présente sous la forme d'une poudre cristalline indéterminable, alors que $Na^2(UO^2)(C^2O^4)^2.5H^2O$ est formé de beaux cristaux; ceci rend peu vraisemblable l'hypothèse d'un mélange de ce dernier sel double avec de l'oxalate de sodium constituant le sel en Na^{10}.

L'allure des courbes de solubilité, confirmant les données de Lienau et Dittrich, indique bien la formation de complexes; mais les solutions correspondant à la branche de courbe *de* ont encore des réactions des sels d'uranyle. Elles réagissent normalement avec les alcalis et avec le ferrocyanure de potassium; mais elles ne donnent plus qu'une coloration plus jaune par l'eau oxygénée et elles ne précipitent plus immédiatement, mais seulement à la longue, par les phosphates alcalins. Nous pouvons donc considérer ces corps comme des sels doubles ou comme des complexes très fortement dissociés.

CHIMIE. — *Les alcools et les bases du goudron du vide.* Note [1] de MM. **Amé Pictet, O. Kaiser** et **A. Labouchère**, transmise par M. A. Gautier.

Il existe dans le goudron du vide, ainsi que nous l'avons dit dans nos précédentes Notes [2], de petites quantités de composés oxygénés à fonction d'alcools (environ 2 pour 100) et de composés azotés doués de propriétés basiques (environ 0,2 pour 100). Ces corps sont faciles à séparer des hydrocarbures qui forment le reste du mélange. Un simple traitement à l'acide chlorhydrique dilué extrait les bases; nous avons isolé les alcools en faisant bouillir ensuite le liquide avec du sodium; il se dégage de l'hydrogène et il se forme un dépôt d'alcoolates solides. On éloigne les hydrocarbures par décantation et par chauffage dans le vide et l'on ajoute de l'eau froide au résidu. Les alcools, mis ainsi en liberté, viennent

(1) Séance du 9 juillet 1917.

(2) *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 779 et 1436; t. 160, 1914, p. 629; t. 163, 1916, p. 358.

surnager la solution alcaline; on les débarrasse des dernières traces d'hydrocarbures par un nouveau traitement au sodium et une nouvelle hydrolyse, puis on les sépare les uns des autres par une série de distillations fractionnées.

Quant au mélange des composés basiques, nous l'avons soumis également à un premier fractionnement; puis chacune des fractions principales a été additionnée d'une solution alcoolique d'acide picrique. Il se forme des picrates peu solubles, que l'on purifie par cristallisations dans l'alcool jusqu'à points de fusion constants; on en retire ensuite les bases par la soude.

Nous sommes arrivés ainsi à isoler les corps qui figurent dans le Tableau suivant et que nous croyons pouvoir regarder comme autant de composés définis. Malheureusement leur faible quantité ne nous a permis jusqu'ici (sauf pour un seul d'entre eux) que d'établir leur composition et leurs principaux caractères chimiques. Nous devons remettre à plus tard de déterminer leur constitution.

Alcools.

Formules.	Point d'ébullition.	Point d'ébullition des acétates.
$C^7H^{14}O$	170°-175°	
$C^8H^{10}O$	185-190	
$C^9H^{12}O$	198-200	213°-215°
$C^{10}H^{14}O$	213-215	226-229
$C^{11}H^{16}O$	226-228	240-244

Bases.

Formules.	Point d'ébullition.	Point de fusion des picrates.
C^7H^9N	198°-203°	170°
C^8H^7N	225	195
C^9H^9N	247-250	184
$C^{10}H^{11}N$	250-260	184
$C^{11}H^{13}N$	260-265	173
$C^{12}H^{15}N$	270-280	166

Les deux divisions de ce Tableau montrent un parallélisme intéressant. Chacune d'elles débute par un corps en C^7 qui, par sa composition et par ses propriétés, se distingue nettement des suivants, lesquels ont au contraire entre eux de grandes analogies et forment deux séries homologues (formule générale $C^nH^{2n-6}O$, pour les alcools; $C^nH^{2n-9}N$, pour les bases).

Le premier *alcool*, $C^7H^{14}O$, est le seul dont nous ayons pu fixer la constitution. C'est le *p-méthylcyclohexanol* (hexahydro-*p*-crésol). Ceci résulte de la comparaison que nous en avons faite avec le produit synthétique pur que nous ont fourni les établissements Poulenc frères. Nous avons trouvé les deux échantillons identiques; leurs phényluréthanes, en particulier, fondent tous deux à 122°, ainsi que leur mélange. Cet alcool ne décolore pas le permanganate à froid; il est saturé et stable.

Il n'en est pas de même des alcools suivants ; ceux-ci présentent la particularité de se convertir spontanément et assez rapidement en *phénols*. Insolubles dans les alcalis lorsqu'ils sont fraîchement préparés, ils y deviennent peu à peu solubles. Cette solution se trouble lorsqu'on y dirige un courant de gaz carbonique, et il se précipite des corps huileux, à odeurs et propriétés phénoliques. Cette transformation en phénols a lieu dans une atmosphère d'anhydride carbonique, mais elle est plus rapide à l'air. Elle est accélérée aussi par la chaleur. Ainsi l'alcool $C^{10}H^{14}O$ est transformé pour un tiers de son poids lorsqu'on l'abandonne en vase clos à la température ordinaire pendant un mois, et pour une moitié lorsqu'on le maintient à l'ébullition pendant 14 heures à l'air libre. De plus, chaque alcool semble donner naissance à plusieurs phénols à la fois. Il ne s'agit donc pas d'une simple isomérisation, ainsi que nous l'avions pensé d'abord, mais d'un phénomène plus complexe, dont il nous restera à élucider le mécanisme. Il résulte de la formation même de phénols que les alcools du goudron du vide appartiennent, comme les hydrocarbures correspondants, à la série hydroaromatique.

Les alcools de la série homologue C^8 à C^{11} sont des composés non saturés. Leurs éthers acétiques (que l'on obtient facilement par l'action du chlorure d'acétyle) décolorent instantanément le permanganate de potasse en solution sulfurique froide. Ces éthers sont des liquides incolores, volatils sans décomposition et doués d'odeurs agréables.

Les *bases* du goudron du vide présentent entre elles à peu près les mêmes relations que les alcools. La fraction la plus basse (198°-203°) fournit à l'analyse des chiffres correspondant exactement à la formule C^7H^9N. Elle possède tous les caractères des amines aromatiques primaires ; par diazotation et copulation avec le β-naphtol, elle donne un beau colorant rouge. Nous en avons préparé un picrate qui est facilement soluble dans l'alcool et qui fond à 170°. Ces faits nous portent à voir dans cette fraction un mélange de *toluidines*. Nous n'avons cependant pas réussi à les séparer.

Les bases suivantes sont, à l'inverse de la précédente, secondaires et non saturées. Ce sont des liquides incolores, insolubles dans l'eau et doués d'odeurs qui rappellent celles de la quinoléine et de ses homologues. Leurs picrates sont peu solubles dans l'alcool.

Nous croyons que les *alcools* du goudron du vide existent comme tels dans la houille. En effet, l'extrait benzénique de la houille ([1]) contient

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 358.

aussi des alcools dans une proportion presque identique, et bien que nous ne les ayons pas encore étudiés d'une manière approfondie, nous avons cependant constaté qu'ils possèdent des propriétés très semblables, des points d'ébullition très voisins et la même faculté de se transformer rapidement en phénols. En revanche, nous ne pensons pas qu'il en soit de même des *bases*. L'extrait de houille contient, il est vrai, des substances de nature basique, mais elles sont différentes de celles du goudron; certaines d'entre elles sont solides. Il est à présumer que ces *alcaloïdes fossiles*, de même que la plupart de ceux de nos végétaux actuels, ne sont pas volatils sans décomposition, même sous pression réduite. Nous n'aurions donc, dans les bases du goudron du vide, que les produits de cette décomposition.

CHIMIE. — *Action des acides sur le pouvoir rotatoire du saccharose et du sucre interverti en présence de sels solubles*. Note de M. **Em. Saillard**, présentée par M. L. Maquenne.

Les sels solubles (chlorures, acétates, etc.) exercent une action sur le pouvoir rotatoire des solutions de saccharose et de sucre inverti : ils diminuent la polarisation à droite des premières et augmentent la polarisation à gauche des secondes.

D'après nos essais, qui ont porté sur les sels intéressant les mélasses de betteraves ([1]), les sels solubles, pris en quantités équivalentes, agissent respectivement de la même manière sur le pouvoir rotatoire du saccharose et du sucre inverti, l'action sur ce dernier étant à peu près deux fois plus marquée que sur le saccharose.

Les essais suivants ont été faits en partant d'une solution de saccharose pur intervertie par ébullition avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Après refroidissement le liquide était additionné d'un peu de noir et de Kieselguhr, filtré et neutralisé exactement par la soude. A 50$^{cm^3}$ de cette solution on ajoutait le sel, éventuellement l'acide à étudier, et l'on complétait à 100$^{cm^3}$. Les lectures ont été faites à 20°; comme sel on n'a employé que le chlorure de sodium ordinaire; d'autres seront essayés.

Action de l'acide sulfureux. — L'acide sulfureux ne change pas l'action

([1]) *Comptes rendus*, t. 162, 1915, p. 31.

du sel marin sur le pouvoir rotatoire du saccharose, aux doses employées.

Jusqu'à $2^g,5$ de SO^2 pour 100^{cm^3}, l'acide sulfureux ne change pas la rotation des solutions d'inverti pur (sans sel), mais il atténue l'action du chlorure de sodium, d'autant plus qu'il est en quantité plus grande. Pour une même dose de SO^2, l'action est plus faible quand il y a davantage de sel dans la liqueur. Comme les solutions d'acide sulfureux laissent facilement dégager du gaz par l'agitation ou la filtration, les polarisations en milieu sulfureux sont instables; elles sont minima quand le liquide est saturé de gaz, puis, par départ de SO^2, tendent vers la polarisation que donne le mélange de sucre inverti et de sel, sans autre addition. Par exemple :

Première série.	Inverti + 4^g chlorure de sodium (dans 100^{cm^3})........	$-10°,67$
	Inverti + 4^g NaCl + SO^2 à refus (dans 100^{cm^3})........	$-10,54$
	Inverti + 4^g NaCl + SO^2 après agitation (dans 100^{cm^3}).	$-10,60$
Deuxième série.	Inverti + 15^g chlorure de sodium (dans 100^{cm^3})........	$-12,35$
	Inverti + 15^g NaCl + SO^2 à refus (dans 100^{cm^3})........	$-12,34$

L'action est analogue quand la solution d'inverti contient à la fois du sel marin et de l'acide chlorhydrique.

Action de l'acide acétique. — Aux doses essayées, l'acide acétique ne change pas la polarisation du saccharose additionné de chlorure de sodium; il diminue le pouvoir rotatoire de l'inverti, seul ou additionné de sel marin, avec ou sans acide chlorhydrique :

Première série.	Inverti sans addition (dans 100^{cm^3})....................	$-11°,62$
	Inverti + 20^g $C^2H^4O^2$ (dans 100^{cm^3})....................	$-11,24$
Deuxième série.	Inverti + 4^g chlorure de sodium (dans 100^{cm^3}).........	$-12,94$
	Inverti + 4^g NaCl + 20^{cm^3} $C^2H^4O^2$ (dans 100^{cm^3}).......	$-12,48$
Troisième série.	Inverti + 4^g NaCl + 5^{cm^3} HCl (dans 100^{cm^3})..........	$-13,46$
	Inverti + 4^g NaCl + 5^{cm^3} HCl + 20^{cm^3} $C^2H^4O^2$........	$-12,88$

Action de l'acide chlorhydrique. — On ne peut évidemment pas essayer son action sur le pouvoir rotatoire du saccharose, qui est interverti déjà à froid.

L'acide chlorhydrique augmente la polarisation de l'inverti pur ou salé et le sel marin l'augmente encore davantage que la quantité équivalente d'acide chlorhydrique. C'est ce que montrent les nombres suivants :

Inverti + 4^g NaCl (dans 100^{cm^3})........................	$-13°,13$
Inverti + 4^g NaCl + 10^{cm^3} HCl (dans 100^{cm^3}).............	$-14,15$
Inverti + 14^g NaCl + 10^{cm^3} HCl (dans 100^{cm^3})............	$-16,5$

Action de l'acide carbonique. — L'acide carbonique ne modifie pas l'action du chlorure de sodium (4^g pour 100^{cm^3}) sur le pouvoir rotatoire des solutions de saccharose ou de sucre inverti. Toutes les expériences ont naturellement été faites sous la pression ordinaire, pour laquelle la solubilité de CO^2 est faible. En résumé :

1° Aux doses essayées, l'acide sulfureux et l'acide acétique (acides faibles) ne changent pas le pouvoir rotatoire du saccharose accompagné de sel marin; ils diminuent celui du sucre inverti, additionné de sel, avec ou sans acide chlorhydrique. Ils agissent comme antagonistes du chlorure de sodium et peuvent annuler son effet;

2° Au contraire, l'acide chlorhydrique (acide fort) augmente la polarisation à gauche des solutions d'inverti accompagnées de sel;

3° Les solutions de sucre inverti, salées et additionnées d'acide sulfureux, donnent une polarisation instable parce qu'elles perdent facilement une partie du gaz dissous;

4° L'acide carbonique n'agit pas sur les solutions de saccharose ou de sucre inverti additionnées de sel marin.

Ces essais ont été effectués avec la collaboration de M. Wehrung.

BOTANIQUE. — *Sur la sexualité chez les Champignons Myxomycètes.* Note de M. **François-Xavier Skupienski**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Pour l'étude de la sexualité chez les Myxomycètes j'ai choisi le *Didymium nigripes* Fries. Cette espèce se développe sur le bois pourri; c'est une des rares qui se cultivent artificiellement avec facilité sur la gélose additionnée d'une infusion de bois pourri. Je vais exposer ici le développement sexuel de cette espèce, que j'ai suivi expérimentalement, pendant plus de deux années, au Laboratoire de Botanique de l'École Normale supérieure ainsi qu'au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Les spores sont toujours associées avec une bactérie mobile, *Bacterium fluorescens*, qui sert de nourriture aux zoospores, myxamibes et plasmodes. Toutes les opérations ont été faites aussi aseptiquement que possible. L'eau de condensation de la gélose et une infusion de chou ou de foin m'ont servi de milieu de culture pour la germination des spores.

Les spores germent 6 à 8 heures après l'ensemencement, et donnent des zoospores uninucléées, munies d'un fort cil vibratile. 4 à 5 heures après, les zoospores se divisent chacune en deux parties. Après cette première division qui, d'après Lister et Jahn,

correspond à la réduction chromatique, le cil vibratile de chaque zoospore-fille disparaît : la zoospore devient une myxamibe.

Chaque myxamibe (haploïde) continue à se diviser, ce qui assure la multiplication de l'espèce; j'ai compté de quatre à cinq divisions pour une même zoospore-mère. Les jeunes myxamibes se déplacent dans le milieu nutritif et finissent par arriver presque toutes à la périphérie de la préparation, par suite du besoin d'oxygène. Ce besoin augmente quand le moment de la copulation approche : on voit alors très bien toutes les myxamibes arriver au bord de la lamelle et former une traînée compacte dessinant, pour ainsi dire, le contour de cette dernière. Les myxamibes se nourrissent de bactéries, mais à ce stade les vacuoles sont peu visibles; elles sont petites et peu transparentes, et c'est là un fait constant.

Aprés un certain temps, les myxamibes se préparent à une nouvelle phase de développement : on les voit *se grouper par paires et les deux myxamibes d'une même paire, devenues gamètes, se fusionnent entre elles.* J'ai pu constater *ce fait maintes fois et c'est pour moi un point fondamental dans l'histoire du développement de cette espèce.* J'ai pu constater également qu'une myxamibe ne se fusionne pas avec n'importe quelle autre; elle se déplace, elle s'approche successivement puis s'éloigne de plusieurs myxamibes, puis finit par s'unir avec l'une d'entre elles. J'explique ceci en admettant *qu'une myxamibe haploïde d'un sexe* [que Pinoy définit par un signe (+) ou (—)] *cherche une myxamibe d'un sexe différent pour s'unir avec elle.*

Le *Didymium nigripes* possède donc, selon moi, des myxamibes de deux sortes (+) et (—), provenant, par une série de divisions multiplicatrices, de zoospores (+) et (—), lesquelles proviennent à leur tour de la division réductrice dont j'ai parlé plus haut.

Une myxamibe (+) et une myxamibe (—) en s'unissant fusionnent leurs protoplasmes et leurs noyaux : il se fait ainsi *un œuf* ou *zygote*, par fusion de deux gamètes libres, mobiles et semblables. C'est la première fois que tel fait est signalé dans le genre *Didymium* [1].

La fusion des protoplasmes peut être observée sur le vivant; elle est suivie d'une fusion nucléaire, qu'on ne peut voir directement, mais qu'on peut reconnaître sur les préparations fixées et colorées, en tenant compte des faits suivants :

1° Les noyaux des zoospores et des myxamibes se divisent par karyokinèse : j'ai

(1) Jahn a observé la copulation des myxamibes haploïdes, donnant de « petits plasmodes », chez le *Physarum didermoides*. Doflein qualifie ces petits plasmodes de « zygotes ».

vérifié le fait deux fois chez les zoospores et j'admets qu'il en est de même chez les myxamibes qui ne sont que des zoospores ayant perdu leur cil.

2° Le noyau du zygote se divise aussi par karyokinèse; j'ai vérifié le fait et j'admets qu'il en est de même dans les divisions nucléaires ultérieures.

Dès lors, lorsqu'on a sous les yeux un individu muni de deux noyaux très rapprochés, souvent même au contact l'un de l'autre, la seule interprétation possible est qu'il s'agit d'un zygote où la fusion nucléaire est sur le point de s'opérer. J'ai eu sous les yeux de nombreuses figures se rapportant à ce stade; par conséquent la fusion nucléaire ne fait pour moi aucun doute.

Le zygote présente des caractères morphologiques très différents de ceux des myxamibes. Il est plus volumineux, il émet des pseudopodes plus longs, il est plus vacuolisé *et les courants protoplasmiques de va-et-vient, qui n'existent pas chez les myxamibes, sont ici très visibles*. Ces caractères secondaires permettent, sur le vivant, de distinguer des myxamibes les zygotes.

Dès la formation du zygote les vacuoles deviennent grandes et claires; elles sont pleines de bactéries en voie de digestion. Ceci paraît en rapport avec la vie végétative très active qui va être celle du zygote devenant plasmode.

La transformation du zygote en plasmode peut se faire par deux processus en apparence différents. Tantôt c'est un simple accroissement en volume du zygote, dont le noyau se multiplie indéfiniment par karyokinèse; tantôt on voit plusieurs zygotes ou petits plasmodes se fusionner entre eux. Je considère ce dernier phénomène comme un simple phénomène physique, attendu qu'il n'y a pas fusion de noyaux. Grâce à ce double processus, les myxamibes et les petits plasmodes disparaissent des cultures; celles-ci ne renferment plus que de grands plasmodes plurinucléés.

Pinoy, étudiant d'autres espèces de *Didymium*, a, le premier, émis l'hypothèse d'une sexualité chez ces champignons : « Il y a lieu, dit cet auteur, de se demander si, pour la fructification, il n'est pas nécessaire qu'il y ait une conjugaison préalable des plasmodes de signes différents (+) et (—), de même qu'il faut deux thalles différents, chez certaines Mucorinées, d'après les recherches de Blakeslee, pour la production de l'œuf. » On voit par ce texte que l'auteur est amené à supposer que c'est entre deux plasmodes (+) et (—), muni chacun de nombreux noyaux de même signe, que se fait la fusion sexuelle.

Chez le *Didymium nigripes*, il n'en est pas ainsi : la fusion sexuelle

s'effectue à un stade antérieur au stade plasmode, puisque ce sont des myxamibes uninucléées qui sont gamètes. On peut se demander s'il n'en est pas de même chez les *Didymium* étudiés par Pinoy.

Les myxamibes qui n'ont pas joué un rôle sexuel sont destinées à disparaître, englobées et digérées par les plasmodes de formation sexuelle. Maintes fois j'ai observé des plasmodes saisissant à l'aide de leurs longs pseudopodes non seulement des myxamibes, mais aussi des zoospores attardées dans leur développement; j'ai pu même reconnaître, à l'intérieur des vacuoles d'un plasmode, des myxamibes en voie de digestion. Jahn a déjà observé des faits semblables.

En résumé, j'ai démontré d'une façon précise et explicite que chez le *Didymium nigripes* il existe une sexualité très marquée. Des *myxamibes-gamètes* (+) et (—) se fusionnent, protoplasme à protoplasme et noyau à noyau, pour former une *myxamibe-zygote* ayant des caractères morphologiques spéciaux. Chaque zygote est l'origine d'un petit plasmode qui peut grandir isolément ou s'associer (sans fusion nucléaire) avec des plasmodes semblables, en donnant de grands plasmodes susceptibles de fructifier en sporanges.

ZOOLOGIE. — *Sur la valeur subjective de l'évolution de l'appareil venimeux des serpents et de l'action physiologique des venins dans la systématique.* (Réponse à M. G.-A. Boulenger.) Note (¹) de Mme **Marie Phisalix**, présentée par M. Edmond Perrier.

La Note que M. G.-A. Boulenger a donnée (voir ci-dessus, p. 92) en réponse à la mienne (²) aux derniers *Comptes rendus* de l'Académie, *Sur l'évolution de l'appareil à venin des Serpents*, Note qu'il a eu l'extrême courtoisie de me communiquer préalablement à l'impression, me fournit l'occasion de préciser dès maintenant le peu de valeur que j'attache à l'appareil venimeux et à l'action physiologique des venins dans la systématique.

Il a pu exister une période où l'on ne considérait comme venimeux que les Serpents dont la morsure pouvait nuire à l'homme; mais comme les Serpents ne font pas de l'homme leur proie ordinaire, et que les morsures qu'il peuvent lui infliger ont, à de rares exceptions près, un caractère plus

---

(¹) Séance du 9 juillet 1917.

(²) Mme Phisalix, *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 959.

défensif qu'agressif, il convient de considérer la fonction venimeuse par rapport aux animaux entre lesquels il existe des rapports biologiques, en particulier ceux des Serpents avec leur proie, et surtout vis-à-vis de l'individu producteur du venin. L'organisme de ce dernier est en effet imprégné par le venin, auquel il doit les caractéristiques de sa nutrition et la grande résistance qu'il possède à son venin propre, à ceux des autres animaux venimeux et aux poisons en général.

Les travaux relativement récents sur les sécrétions venimeuses des Protozoaires, travaux qui ont eu pour point de départ la découverte en 1880, par M. Laveran, de l'Hématozoaire du paludisme, ceux qui portent sur les autres groupes d'animaux venimeux, ceux mêmes qui se limitent aux Serpents : répartition de la grande parotide dans les diverses familles, mode d'action de sa sécrétion ([1]), concourent tous à faire considérer la fonction venimeuse comme l'exagération d'une fonction normale du protoplasme des organismes monocellulaires, ou de certains tissus, et la dégagent des appareils par lesquels elle se manifeste vis-à-vis des animaux.

Pour préciser en ce qui concerne l'appareil venimeux des Colubridés Aglyphes, j'ajouterai que le terme de *préopisthoglyphe* que j'ai employé pour désigner cet appareil, quand il est représenté à la fois par une glande parotide venimeuse et des crochets maxillaires pleins (séparés ou non par une barre des autres dents), ne vise absolument que l'efficacité de la morsure venimeuse, la perfection avec laquelle le venin est inoculé, et non pas la parenté hypothétique des Aglyphes qui la possèdent avec ceux des Opisthoglyphes qui n'en diffèrent que par le sillon de leurs crochets.

Quant à l'étude des caractères physiologiques du venin, elle est relativement récente en ce qui concerne la sécrétion parotidienne; et si, en 1899, alors que ces études débutaient à peine, j'ai pu croire avec C. Phisalix, qu'elle pouvait être de quelque utilité en systématique, mes dernières recherches montrent qu'il n'en est rien : en ce qui concerne les venins, les types Élapiné et Vipériné (Cobra et Vipère) ne sont que des vues de l'esprit dont le choix a été fixé par la constatation des principaux symptômes et du genre de mort auquel ces venins exposent ; ce sont des commodités pour servir de comparaison et pour relier les résultats récents à ceux depuis plus longtemps acquis.

En effet, comme l'a aussi souligné M. Arthus, il existe entre ces types

---

([1]) Mme Phisalix, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1450; *Bull. du Mus.*, mai 1916 et 1917.

arbitraires des intermédiaires; en un mot, les venins des Serpents ne se ramènent pas à deux types fixes et absolus : ils peuvent déterminer des symptômes communs avec l'un ou l'autre; mais ils ont en général une modalité particulière, qui peut même varier d'une espèce à l'autre d'un même genre : c'est ainsi que les venins des trois espèces de *Zamenis* jusqu'ici essayés : *Z. gemonensis*, *Z. hippocrepis* et *Z. mucosus*, ont comme le venin de Cobra une action paralysante sur la respiration, qui à elle seule suffit à entraîner la mort; et que, à cette action, s'ajoute, chez la dernière espèce, un pouvoir convulsivant aussi énergique que celui du venin de *Vipera Russellii* (¹).

Enfin, l'immunité ne peut fournir qu'une présomption pour la ressemblance des venins, puisque, comme je l'ai montré à propos de la résistance des Serpents aux venins des Batraciens, elle peut résulter aussi bien d'un antagonisme physiologique que d'une similitude relative (²).

Ainsi, loin de « battre en brèche » la classification proposée par M. Boulenger, j'en dégage tout entière la fonction venimeuse; l'étude que j'en ai faite dans tous les groupes zoologiques montre qu'elle est autre chose, qu'elle est trop générale pour être enfermée dans des cadres, même élastiques; la disposition des organes producteurs de venin, l'évolution indépendante des appareils inoculateurs, la physiologie des venins et les phénomènes d'immunité naturelle que présentent les animaux venimeux ne peuvent être d'aucune utilité, d'aucun emploi rationnel dans la classification.

MICROBIOLOGIE. — *Étude bactériologique de la coagulation naturelle du latex d'*Hevea brasiliensis. Note (³) de MM. **Denier** et **Vernet**, présentée par M. Roux.

Le latex d'*Hevea*, recueilli dans des conditions de simple propreté, présente la blancheur du lait. Au microscope, il paraît constitué par un grand nombre de corpuscules arrondis dont les dimensions rappellent celles des cocci et qui, dans le liquide, sont animés de mouvements browniens. Abandonné dans une cuve, ce latex prend en général une teinte blanc jau-

(¹) Mme Phisalix, *Bull. de la Soc. de Path. exot.*, juin 1917.

(²) Mme Phisalix, *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 857 et 1784; *Journ. de Physiol. et de Path.*, n° 5, 1905.

(³) Séance du 9 juillet 1917.

nâtre en surface. Quelquefois même il devient noir ou vert, tandis qu'il coagule dans sa masse, en 48 heures environ, à la façon du lait.

Les bactéries, qui, au début, constituaient une véritable rareté, se sont rapidement développées et, dans les examens en série, on note la présence d'une flore extrêmement polymorphe où toutes les espèces bactériennes se trouvent représentées.

Ce mode de coagulation que nous appellerons *spontanée* ou *naturelle* est certainement, avec la coagulation par dessiccation, un des modes de préparation de la gomme brute les plus anciennement connus, non seulement en ce qui concerne l'*Hevea*, mais encore à propos de nombre d'autres plantes à caoutchouc. Outre l'irrégularité des résultats obtenus, les odeurs de putréfaction qui se dégagent dans les fermentations qui se déclarent ont puissamment contribué à faire abandonner ce procédé de coagulation. Cependant la valeur industrielle des gommes obtenues dans ces conditions n'avait pas échappé aux industriels qui s'occupent de caoutchouc.

L'action des bactéries sur le latex est à l'étude depuis quelques années et MM. Grantham et Eaton ont montré leur action tant sur les sucres que sur les albuminoïdes qui peuvent disparaître en partie pendant le calandrage et la dessiccation des gommes à la suite de leur attaque par les ferments.

Le latex utilisé dans nos expériences provient de la plantation Bellan à Giadinh près Saïgon et nous a été gracieusement donné par M. Chesnay, le directeur de cette plantation. Nos prises d'échantillon ont été faites aux heures habituelles, c'est-à-dire vers 7^h du matin. Le latex était recueilli dans de bonnes conditions de propreté sans toutefois viser à la stérilité absolue. C'est ainsi que tout le matériel destiné à la récolte était stérilisé, du moins en ce qui concerne les gouttières et les godets. Le couteau du saigneur était arrosé d'alcool et flambé au moment de l'usage. Pour éviter une trop grande contamination, nous n'avons utilisé que la scarification inférieure des arbres. L'amorçage du latex était obtenu au moyen d'eau physiologique stérilisée et manipulée avec une pipette également stérilisée. Cette opération précédait la mise en place de la gouttière et du godet, de façon à ne recueillir qu'un latex non additionné d'eau. Enfin, pour limiter les chances de contamination, les godets étaient abrités des poussières de l'atmosphère au moyen de papier stérilisé. L'expérience a porté sur cinq arbres donnant en moyenne de 15^{cm^3} à 20^{cm^3} de latex chacun. Ce dernier était recueilli dans un flacon stérile, transporté au laboratoire et finalement versé dans une boîte de Pétri pour la coagulation, laquelle s'opère en 48 heures environ.

Il a été fait six expériences d'une durée de 15 jours environ. Pour procéder à l'étude de la flore, on pratiquait deux prélèvements par 24 heures, ce qui représente avec l'examen du début cinq analyses par échantillon de latex. En dehors des examens directs ou colorés, il a été fait des ensemencements sur les milieux ordinaires : bouillon à l'air et bouillon sans air, gélose en longs culots pour la recherche des anaérobies ou

coulée en boîte de Pétri. Enfin, en dehors des milieux ordinaires, il a été utilisé des milieux acides ou à base de sérum de latex. Ce dernier s'obtient par le chauffage du latex à 120° dans l'autoclave. A cette température le caoutchouc coagule, et par pression on en extrait le sérum qui, gélosé ou non, sera utilisé après stérilisation comme milieu de culture.

Nous avons isolé dans nos expériences vingt-six espèces aérobiques ou facultatives et un microbe anaérobique. Ces bactéries appartiennent à toutes les variétés. On y rencontre en effet des cocci se présentant en amas, en chaînettes ou associés par quatre éléments. Les coccobacilles sont représentés par deux variétés. Les bacilles sont extrêmement nombreux. Certains n'offrent aucune particularité bien caractéristique; d'autres sont chromogènes ou bien présentent une spore tantôt médiane, tantôt terminale. Au cours de nos recherches la flore nous a paru très variable. Exception doit être faite cependant pour un bacille qui a été isolé dans nos examens indistinctement quel que soit le milieu utilisé pour les recherches. Les caractéristiques sont les suivantes : bacille court, à bouts arrondis, il est très peu mobile et ne se colore pas par la méthode de Gram. Sur gélose ordinaire inclinée, ses cultures présentent l'aspect d'un enduit blanc grisâtre, sans caractères déterminés. Il cultive abondamment sur le sérum de latex gélosé tournesolé. Le milieu de culture vire au rouge, se décolore rapidement et présente une petite dislocation. La gélose tournesolée contenant du lactose ou du saccharose vire au rouge avec dislocation : cette dernière est particulièrement marquée avec le saccharose. Le lait tournesolé ensemencé avec cette bactérie vire au rouge et coagule. Ce microbe ne présente aucun pouvoir protéolytique vis-à-vis de l'albumine d'œuf coagulé. Par contre, il liquéfie la gélatine en donnant un entonnoir de liquéfaction. Il y a production de gaz.

Ensemencé dans des cuves de latex, ce microbe permet d'obtenir la coagulation complète du caoutchouc en 24 heures. Aussi depuis plusieurs mois ce nouveau procédé de coagulation est-il mis en œuvre à Nha-Trang. Pour obtenir des résultats parfaits il est bon néanmoins de prendre certaines précautions.

1° Lorsque la coagulation se fait lentement, il est utile d'ajouter une matière sucrée pour l'accélérer. Le sucrage est pratiqué depuis plusieurs années à Nha-Trang, lorsque l'expérience en démontre la nécessité. Le sucre est ajouté dans la proportion de 1^{g} par litre de latex : des proportions moindres sont cependant la plupart du temps suffisantes. MM. Grantham et Eaton ont fait des constatations analogues qu'ils ont signalées dans leurs travaux.

2° Comme ces auteurs, nous avons constaté que la surface du latex coagulé présente une écume alcaline dans laquelle il existe de grands bacilles très aérobiques gênant la coagulation à ce niveau. Le sucrage proposé par Grantham et Eaton entrave le développement de ces bactéries, mais les résultats sont encore meilleurs si l'on opère en milieu anaérobique. On réalisera aisément ces conditions en disposant à la surface du liquide un simple flotteur de bois qui gêne le développement de ces bactéries. Les gommes obtenues dans ces conditions sont blanches au début, puis le deviennent moins. Pour éviter cette transformation, il suffit de les stériliser à la chaleur, ou de les traiter par une solution de formol. On arrive au même résultat en les tenant à l'abri de l'air pendant un minimum de 4 jours.

3° Les cuves en zinc ne peuvent être utilisées comme récipients à coagulation. Ce fait s'explique vraisemblablement par l'action toxique des sels de zinc sur les microorganismes contenus dans le latex.

HISTOLOGIE PHYSIO-PATHOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme histologique du comblement des plaies chez l'homme.* Note (¹) de MM. **A. Policard** et **B. Desplas**, présentée par M. Dastre.

Les bourgeons charnus, agents du comblement d'une plaie, sont constitués par un tissu conjonctif spécial, dit *de bourgeonnement*.

1. Étudié chez l'homme, dans des plaies de guerre en plein bourgeonnement, ce tissu a la structure suivante :

1° La couche superficielle, épaisse de 1^{mm} environ, apparaît rouge, saignant facilement, très fragile. Elle est constituée par un tissu conjonctif lâche, typique, à fibroblastes anastomosés par leurs prolongements, à substance fondamentale abondante, parcourue par un réseau de fines fibrilles conjonctives, et dans laquelle on rencontre toujours des cellules migratrices et spécialement des polynucléaires plus ou moins abondants (peu dans les plaies en bon état, beaucoup dans les plaies atones et de mauvais aspect). Cette couche conjonctive est parcourue par des bouquets de capillaires sanguins, provenant du réseau artériel du muscle sous-jacent, montant droit sans aucune anastomose et se recourbant en crosse sous la surface.

(¹) Séance du 9 juillet 1917.

Chaque bourgeon charnu est individualisé par un bouquet de ces capillaires.

2° Vient ensuite une zone d'aspect blanchâtre, épaisse, suivant l'âge de la plaie, de 1^{mm} à 3^{mm}, et constituée par du tissu conjonctif en évolution fibreuse, avec fibroblastes peu abondants et substance fondamentale presque entièrement transformée en lames conjonctives épaisses, plus ou moins anastomosées, comme dans un derme jeune non remanié ou dans une aponévrose. Cette couche *pseudo-aponévrotique* ne présente comme vaisseaux que les capillaires droits qui la traversent. De place en place, dans les couches supérieures de la zone, se trouvent des amas de lymphocytes.

3° Profondément, entre la couche pseudo-aponévrotique et le muscle normal, existe une région d'épaisseur irrégulière et variable, souvent de 2^{mm} à 5^{mm}, constituée par du muscle en voie de sclérose. Cette région représente le fond musculaire primitif de la plaie, les deux zones superficielles constituant au contraire un tissu néoformé.

II. Ce tissu de comblement si complexe est l'aboutissant de trois processus élémentaires, d'apparitions successives et qu'une étude méthodique d'un grand nombre de plaies de guerre d'âges variables nous a permis de dégager :

1° *Un processus d'expansion et de multiplication du tissu conjonctif présent au début dans le fond de la plaie.* — Ce tissu conjonctif gonfle, devient œdémateux; les fibroblastes se divisent (mitoses) et des fibrilles nouvelles se forment. Il n'y a pas de rapports visibles entre la poussée conjonctive et les dépôts de fibrine qui peuvent exister à la surface de la plaie; il n'y a aucune apparence de culture des cellules conjonctives dans la fibrine coagulée; celle-ci ne paraît pas jouer un rôle *direct* dans l'édification du tissu de bourgeonnement.

Ce processus est très précoce : il est décelable dès le deuxième jour.

2° *Un processus vasculaire.* — A partir du réseau artériel de la surface musculaire cruentée, se fait une poussée vasoformative intense. Les vaisseaux néoformés croissent en ligne droite vers l'extérieur, entraînant avec eux leur adventice. Cette néoformation vasculaire, décelable dès la soixante-dixième heure, est caractéristique vers le cinquième jour; elle est fondamentale et commande en fait la formation des bourgeons charnus.

3° *Un processus de néoformation conjonctive.* — Par les capillaires droits arrivent des *lymphocytes*, qui émigrent dans le tissu conjonctif au niveau de

la base de la couche superficielle décrite plus haut (nids de lymphocytes) et évoluent en fibroblastes en provoquant dans la substance fondamentale l'édification de lames conjonctives. Ce processus se manifeste seulement vers le septième ou huitième jour environ; il commande la formation du tissu cicatriciel proprement dit.

Le détail histologique de ces phénomènes a été l'objet d'études ultérieures.

M. **Pierre-Th. Dufour** adresse une Note intitulée : *Tracé mécanique de la perspective isométrique d'un terrain donné par une carte à courbes de niveau.*

La séance est levée à 16 heures et quart.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 30 avril 1917.)

Note de M. *de Sparre*, Au sujet des coups de bélier dans une conduite formée de trois sections de diamètres différents pour lesquelles la durée de propagation est la même :

Page 684, ligne 19, *au lieu de* $\xi(t) = 2\rho y_0$, *lire* $\xi(t) = \frac{2\rho y_0}{1 + \rho\lambda(t)}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUILLET 1917.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Edmond Perrier** rappelle en ces termes le centenaire d'un des Correspondants de l'Académie, *Carl Vogt*, professeur à l'Université de Giessen :

Je demande à l'Académie la permission de lui signaler un éphéméride qui m'a été rappelé de Genève et qui concerne l'un de ses Correspondants étrangers les plus éminents. Le naturaliste **Carl Vogt** est né à Giessen le 5 juillet 1817 ; le centenaire de sa naissance est tombé par conséquent entre nos deux dernières séances. Il est impossible d'énumérer ici tous ses travaux scientifiques qui ont porté à la fois sur la Zoologie, l'Anthropologie, la Géologie et la Physiologie ; il était aussi peintre, philosophe et parlait avec la même facilité presque toutes les langues d'Europe. Son enseignement ardent et élevé fut un de ceux qui exercèrent la plus grande influence, non seulement sur les étudiants, mais sur les masses populaires elles-mêmes.

Il avait fait ses études à Giessen et il travailla d'abord dans le laboratoire de Liebig, un des rares savants allemands qui, ayant quelque temps travaillé à Paris, reconnaissaient franchement ce qu'ils devaient à la Science française ; il fut ensuite à Berne l'élève du professeur Valentin, puis l'élève et le collaborateur de Louis Agassiz dont la réputation devait devenir universelle, et que l'empereur Napoléon III, également son ancien élève à Neufchâtel, avait songé à appeler en France comme directeur du Muséum vers 1865. En 1844, Carl Vogt vint à Paris où il demeura deux ans et où il se lia avec nombre de savants français, notamment Armand de Quatrefages qui lui conserva toujours une haute estime.

En 1847, sa ville natale lui offrit une chaire ; mais la révolution de 1848

grondait en France et avait en Allemagne une puissante répercussion. Carl Vogt se fit l'éloquent propagateur des idées françaises et son influence fut telle qu'elle lui valut d'être condamné à mort dans plusieurs États allemands. Un de ses parents réussit à le cacher, m'a-t-il raconté, parmi les piqueurs de chasse du roi de Hanovre. Il dut bientôt quitter l'Allemagne et se réfugia à Berne, d'où il alla à Nice reprendre au bord de la mer ses études de naturaliste. En 1852, il fut appelé à professer à l'Université de Genève où il a résidé jusqu'à la fin de sa vie et où il ne cessa de se montrer un ami et un admirateur fidèle de notre pays. Lorsque la guerre de 1870 éclata, ces sympathies trouvèrent une occasion de s'affirmer d'une manière effective. Durant son séjour à Paris il avait fait la connaissance de jeunes gens qu'avait enthousiasmés la révolution de 1848 et dont il partageait les opinions libérales; mais il connaissait aussi l'Allemagne et sa préparation militaire; la déclaration de guerre l'épouvanta; le désastre de Sedan ne devait que trop justifier ses craintes. Dès le 6 septembre il écrivait à Étienne Arago, le conjurant d'user de toute son influence pour arrêter là la guerre et traiter; il redoutait, si la guerre se prolongeait, la mutilation de la France. Nous n'avons pas à regretter les épisodes héroïques du siège de Paris et de l'armée de la Loire; mais Carl Vogt ne voyait que trop juste; au moins protesta-t-il de toute son énergie contre l'annexion violente, par l'Empire d'Allemagne, de l'Alsace et de la Lorraine. Plus tard, il ne cessa de flétrir dans ses lettres privées et dans ses écrits l'esprit de conquête de l'Allemagne.

L'estime dont il jouissait à Genève, l'enthousiasme que suscitait son enseignement, la netteté de ses vues lui valurent d'être nommé successivement recteur de l'Université, puis membre du grand Conseil de Genève et finalement Conseiller fédéral.

Il aimait à protéger les jeunes et usait volontiers pour eux de son influence, même à l'étranger quand il le jugeait utile. Combien doivent leur nomination soit dans les hauts postes qui leur ont été attribués, soit même à l'Institut, à l'éloquence simple, sobre et loyale de notre confrère !

L'Académie des Sciences l'avait élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie le 27 juin 1887; il est mort à Genève, le 5 mai 1895.

NAVIGATION. — *A propos de l'extension, à la mer, du régime des fuseaux horaires.* Note de M. **Ch. Lallemand**.

Le 22 janvier de cette année, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note de M. J. Renaud, membre du Bureau des Longitudes et directeur du Service hydrographique de la Marine (¹), sur les inconvénients de l'*heure vraie*, alors exclusivement employée pour marquer le temps à bord des navires, et sur les avantages qu'il y aurait à lui substituer l'*heure du système universel des fuseaux horaires*.

Le 2 avril suivant, j'avais la satisfaction d'annoncer (²) qu'à la suite d'un vœu émis, le 14 février 1917, par le Bureau des Longitudes, sur la proposition de MM. Renaud et Lallemand, le Ministre de la Marine avait prescrit d'employer, à partir du 25 mars, l'heure des fuseaux sur nos bâtiments de guerre et sur les navires mobilisés.

Pour faciliter l'application de cette mesure, le Service hydrographique de la Marine vient de publier *un planisphère des fuseaux horaires*, dont j'ai le plaisir de mettre un exemplaire sous les yeux de l'Académie.

Cette Carte, dressée par M. J. Renaud d'après les données recueillies par le Bureau des Longitudes, donne tous les renseignements utiles à l'application du système. On y a indiqué :

1° Par des teintes différentes, les pays qui ont adopté soit l'heure d'un fuseau, soit la moyenne des heures de deux fuseaux contigus, et les pays qui n'ont pas encore adhéré au système ;

2° Pour ceux de ces derniers qui ont une heure nationale, la différence entre cette heure et l'heure de Greenwich, considérée comme *heure universelle ;*

3° Les limites séparatives des fuseaux, constituées : sur terre, par des frontières d'États ou de provinces; sur mer, par des méridiens équidistants de 15°, ou, au voisinage des côtes d'un pays, par la limite des eaux territoriales de ce pays;

4° Le tracé de la ligne de changement de date, près de l'anti-méridien de Greenwich ;

5° Enfin, les numéros adoptés pour distinguer les fuseaux.

Ces numéros s'échelonnent de 0 à 23, à partir de Greenwich et en allant

(¹) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 221.
(²) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 544.

vers l'Est. Le numéro d'un fuseau représente ainsi l'heure officielle dans ce fuseau, quand il est minuit à Greenwich.

D'où cette règle très simple :

« Pour passer de la date et de l'heure d'un fuseau à la date et à l'heure universelle correspondantes, il faut retrancher de l'heure du fuseau le numéro de celui-ci; puis, si ce numéro est supérieur à 12, ou bien si le lieu considéré se trouve, dans le fuseau 12, à l'ouest de la ligne de changement de date, il faut ajouter au résultat 24^h, pour tenir compte du *saut du jour*. »

La Carte dont il s'agit permet ainsi de connaître instantanément l'heure employée dans toutes les parties du globe, sur terre comme sur mer.

A la suite de l'initiative prise par la France, l'Amirauté britannique a constitué, pour examiner la question de l'heure en mer, une commission officielle où, à côté de l'astronome royal, Sir Dyson, et sous la présidence de l'amiral Parry, chef du Service hydrographique, siégeaient des représentants du *Board of Trade*, de l'Administration des Postes, des ministères de l'Intérieur et de la Guerre, de l'*Ordnance Survey*, de l'Office météorologique, de la Société royale, de la Société royale d'Astronomie, de la Société royale de Géographie et de l'*Eastern Telegraph Company*.

M. J. Renaud a, en outre, été gracieusement invité à collaborer aux travaux de la Commission. Réunie à Londres du 21 juin au 3 juillet dernier, celle-ci a finalement, à l'unanimité, recommandé l'adoption, sur les navires britanniques, des règles uniformes actuellement suivies en France à cet égard, savoir :

a. Emploi systématique de l'heure des fuseaux pour les montres d'habitacle, avec indication de cette même heure sur les journaux du bord et sur les relevés d'observations météorologiques. Les appareils enregistreurs resteraient réglés sur l'heure de Greenwich, mais le numéro du fuseau serait inscrit chaque jour sur la feuille ;

b. Chiffraison unique de 0 à 23, substituée à la double numérotation de 0 à 12, pour les 24 heures de la journée;

c. Substitution du temps civil au temps astronomique dans les éphémérides nautiques; autrement dit, adoption de l'heure de minuit, aux lieu et place de celle de midi, comme origine du jour.

Sur un seul point, la numérotation des fuseaux, la Conférence de Londres s'est légèrement écartée de la solution française [1]. Elle a préféré désigner

---

[1] En réalité, la Conférence s'est également prononcée, à l'unanimité, contre l'emploi, jugé par elle sans intérêt, de l'*heure d'été* à bord des navires.

chaque fuseau par la correction même permettant de passer du jour et de l'heure de ce fuseau au jour et à l'heure correspondants de Greenwich. Les fuseaux successifs seraient ainsi numérotés, à partir de Greenwich : 0, + 1, + 2, ..., + 12, en allant vers l'Ouest ; — 1, — 2, ..., — 12, en se dirigeant vers l'Est.

Cette solution, théoriquement plus simple que la solution française, offre l'inconvénient de nécessiter l'emploi des symboles + et —, pour lesquels il n'existe pas actuellement de signes spéciaux dans les codes télégraphiques et dont la signification exacte risque d'échapper à beaucoup des personnes appelées à les interpréter.

L'emploi simultané des deux notations, sur le planisphère et sur les horloges, paraîtrait de nature à tout concilier.

Comme conclusion de ses travaux, la Commission de Londres, frappée des services rendus à la Science, en cette occasion et dans plusieurs autres, par le Bureau des Longitudes, a émis le vœu unanime de voir au plus tôt rétablir en Angleterre le *Board of Longitudes*, qui y a existé de 1714 à 1828.

A la suite d'un autre desideratum formulé par la Conférence, le Ministre de la Marine française, d'accord avec l'Amirauté anglaise, vient de prescrire l'indication systématique de l'heure universelle de Greenwich dans tous les télégrammes qui seront dorénavant échangés entre les flottes alliées et les stations côtières des deux pays.

En terminant, j'ai la satisfaction d'ajouter que, par une lettre du 22 juin dernier, notre Ministre de la Marine a été officiellement informé que la marine italienne adoptait, elle aussi, sans changements, les dispositions précédentes.

La rapidité tout à fait exceptionnelle avec laquelle se sont propagées les réformes dont il s'agit montre qu'elles répondaient à de réels besoins.

M. H. **Douvillé** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *Le Crétacé et l'Éocène du Tibet central*, publié à Calcutta dans *Palæontologia indica* (1).

Il comprend la description de fossiles recueillis par l'expédition anglaise de 1903 au Tibet, dans l'Himalaya central au nord de Sikkim, à une altitude de 5000^{m} à 6000^{m}. Ces échantillons ont été communiqués par

(1) *Palæontologia indica*, New series, t. 5, Mém. n° 3, 1916, p. 1-52; *Pl. I-XVI*.

M. Hayden, directeur du Geological Survey de l'Inde, qui avait publié précédemment un important Mémoire [1] sur la stratigraphie de la région.

Les premières couches fossilifères appartiennent au Cénomanien avec une faune d'Ammonites caractéristique : *Acanthoceras Newboldi*, *Mantelliceras laticlavium*, *M. discoidole*, *Turrilites costatus*, *T. Wiestei*, *T. Desnoyersi*.

Le Turonien est peu fossilifère : *Inoceramus* cf. *labiatus*, var. *lata*, *Plicatula radiola*, *Pycnodonta vesiculosa*.

L'Emschérien est représenté par des calcaires à peu près dépourvus de fossiles.

Le Campanien est caractérisé par de grandes Actéonelles (*A.* cf. *crassa*), par des Rudistes (*Bournonia Haydeni*, nov. sp., *B. tibetana*, nov. sp.), par un grand Inocérame (*Eudocostea Haydeni*, nov. sp.) et par *Pycnodonta vesicularis*. C'est à ce niveau qu'apparaissent les Orbitoïdes (*O. Vredenburgi*, nov. sp., remplaçant ici *O. Tissoti*).

Le Maëstrichtien présente les Foraminifères habituels à ce niveau, *Omphalocyclus macropora*, *Orbitoides media*, *O. tenuistriata*, avec *Hemipneustes tibeticus*, nov. sp., et les derniers *Plagioptychus* (*Pl. tibeticus*, nov. sp.); il faut ajouter un gros Gastropode cérithiforme *Nerinea Ganesha* déjà signalé par Noetling au Béloutchistan; *Plicatula hirsuta* et *Kingena Heberti* complètent les analogies avec les faunes de l'Occident.

Le Danien est tout particulièrement développé. Sa faune présente de grandes analogies avec celle des couches à *Cardita Beaumonti* et à première vue elle a les apparences d'une faune éocène. Parmi les fossiles les plus intéressants je citerai un *Velates* (*V. tibeticus*, nov. sp.) confondu à tort avec *V. Schmideli*, un Nautile à cloisons coudées et à section probablement ogivale, appartenant au groupe crétacé du *N. rota*, un Gastropode coniforme à plis columellaires nombreux et transverses rappelant les *Gosavia* du Crétacé (*G. salsensis*), les grandes Ovules du groupe *Gisortia* (*Ov. depressa*, *Ov.* cf. *ellipsoides*), les grands *Campanile* rappelant les formes de la Craie supérieure de Perse (*C. breve*, *C. brevius*, nov. sp.). Les Orbitoïdes persistent à ce niveau ; elles sont représentées par des formes remarquables par leur grande taille (17^{mm}), leur minceur extrême et leur forme concavo-convexe : le *Lepidorbitoides tibetica*, nov. sp., a un réseau médian extrêmement fin, mais les logettes sont encore nettement arrondies en

---

[1] *The geology of the provinces of Tsang and U in central Tibet* (*Mem. geol. Surv. India*, t. 36, part. 2, 1907).

avant quoique déjà un peu allongées. Mais dans le *Lep. polygonata*, nov. sp., les loges s'allongent beaucoup plus, de manière à prendre une apparence presque rectangulaire; elles indiquent ainsi le passage aux *Orthophragmina*. On sait que ce genre apparaît en Aquitaine dès le Danien.

A ces couches, dont les affinités avec le Crétacé sont bien marquées, succèdent en concordance, au moins apparente, des assises dont l'âge éocène n'est pas douteux : elles sont essentiellement caractérisées par *Orbitolites complanatus* et *Alveolina oblonga*, fossiles qui, dans le midi de la France, se montrent dès l'Yprésien. Il y aurait donc une lacune correspondant au Thanétien, niveau dont la faune n'est pour ainsi dire pas connue en dehors du bassin parisien; elle présente là les caractères d'une faune froide que l'on ne peut guère s'attendre à retrouver dans la Mésogée. On pourrait alors supposer ou qu'il existe une lacune dans la sédimentation, qui aurait échappé à l'observation, ou que les espèces que nous venons de citer ont apparu dans l'Himalaya avant l'Yprésien, ou bien encore que la faune du Danien aurait persisté sans modification essentielle pendant le Thanétien. C'est le problème du passage du Crétacé au Tertiaire qui n'est pas encore résolu et qui se pose du reste dans des conditions analogues pour les couches de l'Afrique équatoriale.

GÉOLOGIE. — *Sur l'extension vers l'ouest des nappes de la Basse-Provence.* Note de M. **Émile Haug.**

L'existence, dans la Basse-Provence, de phénomènes de recouvrement, mise en évidence, en 1884, par Marcel Bertrand, n'est plus sérieusement contestée. Par contre, l'accord est loin d'être complet sur l'importance qu'il convient de leur assigner, et l'on sait que Marcel Bertrand lui-même hésita longtemps entre deux interprétations dont il avait publié l'ébauche dès 1888. Dans la première, imaginée pour expliquer les particularités tectoniques de la chaîne de la Sainte-Baume, appliquée ensuite au massif d'Allauch, puis étendue à la région de Draguignan et à toute la Basse-Provence, les recouvrements étaient attribués à des plis couchés décrivant « une série de sinuosités, où chaque pli anticlinal se déverse sur le synclinal qui lui fait suite au nord ». M. E. Fournier poussa cette théorie des plis sinueux jusqu'à ses dernières conséquences et M. Repelin s'en faisait encore le défenseur en 1914 pour la région de Draguignan. Marcel Bertrand avait cependant, dès 1888, entrevu la possibilité d'une autre inter-

prétation, qu'il appliqua tout d'abord au massif d'Allauch et qu'il étendit en 1899 aux chaînes voisines. C'était l'hypothèse d'une grande nappe de charriage, originaire du sud, recouvrant les terrains crétacés autochtones et ultérieurement plissée, en même temps que ceux-ci. Dès 1900, M. Repelin s'élevait contre l'extension de cette interprétation à la chaîne de la Nerthe et, la même année, M. Fournier publiait une *Étude synthétique sur les zones plissées de la Basse-Provence*, qui n'est qu'un long réquisitoire contre l'hypothèse d'une nappe générale de recouvrement.

Mes premières courses dans la Sainte-Baume, en 1911 et 1912, m'avaient révélé un certain nombre de faits qui m'avaient paru inconciliables avec l'hypothèse d'une grande nappe originaire du sud. Mais une étude plus détaillée du massif, appuyée sur des levés géologiques au $\frac{1}{10000}$, m'amena bientôt à adopter, dans ses grandes lignes, la seconde interprétation de Marcel Bertrand. J'ai retrouvé dans la Sainte-Baume ([1]), en superposition anormale, les trois séries distinguées par Marcel Bertrand dans la chaîne de l'Étoile et dans le massif d'Allauch : 1° la série autochtone; 2° la série renversée; 3° la série normale supérieure. Cette dernière, qui n'est autre que « la grande nappe de la Basse-Provence », comprend elle-même trois unités tectoniques distinctes, qui se comportent comme autant de nappes indépendantes : *a*. la nappe triasique, comprenant également les dolomies hettangiennes, souvent entièrement étirée; *b*. la nappe jurassique, fréquemment réduite aux seules dolomies kimeridgiennes; *c*. la nappe crétacée, réduite quelquefois à l'Urgonien. J'ai établi récemment ([2]) la continuité vers l'est de la nappe triasique avec le Trias de la dépression permienne et sa superposition directe, dans la région de Brignoles, à la série autochtone.

La présente Communication a pour but de mettre en lumière un certain nombre de faits, qui fourniront, pour les régions situées à l'ouest de l'Huveaune, des arguments nouveaux en faveur de l'existence de la « grande nappe de la Basse-Provence ».

Je ne m'étendrai pas longuement sur le massif d'Allauch ou de Garlaban, qui a été décrit à trois reprises différentes par Marcel Bertrand et qui a fait également l'objet d'une publication de M. Fournier. J'en ai

---

([1]) Émile Haug, *La tectonique du massif de la Sainte-Baume* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, t. 15, 1916, p. 113-190, *Pl. II*).

([2]) Émile Haug, *Sur la tectonique de la région de Brignoles* (*Var*) (*Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 564).

entrepris le levé géologique au 10 000e, en m'attachant tout d'abord à l'étude minutieuse des bandes de terrains charriés qui entourent, sur toute sa périphérie, le massif central autochtone. J'ai peine à comprendre aujourd'hui que ces affleurements aient été pendant si longtemps attribués à un pli couché sinueux, partout déversé vers l'intérieur du massif et refermé sur lui-même, car je n'ai observé nulle part les charnières anticlinales et synclinales qu'on est obligé d'imaginer dans cette hypothèse. J'ai constaté, d'autre part, dans la région du Terme, la continuité parfaite des marnes bathoniennes de la chaîne de l'Étoile avec celles du col du Marseillais, à l'endroit même où, d'après les partisans du pli sinueux, les deux branches de l'anticlinal devraient s'affronter, en se soudant par la charnière. Par contre, j'ai pu presque partout vérifier l'exactitude des descriptions de Marcel Bertrand en ce qui concerne les allures de l'Aptien de la nappe renversée, et j'ai retrouvé, sur tout le pourtour du massif d'Allauch, les trois nappes secondaires du massif de la Sainte-Baume : *a*. la nappe triasique, réduite, en beaucoup d'endroits, à une bande étroite de Marnes Irisées ; *b*. la nappe jurassique, représentée souvent, comme dans la Sainte-Baume, par une simple lame de dolomies kimeridgiennes (Lascours, le Four, Montespin), qui est quelquefois elle-même entièrement étirée (entre Camoin et Font de Mai); *c*. la nappe crétacée, dont les termes principaux, l'Urgonien, le Cénomanien et le Turonien [1], peuvent chacun se trouver en contact direct avec les dolomies kimeridgiennes, voire avec le Trias (les Gavots, Camoin).

Le massif des Romans, improprement appelé massif de Saint-Julien, doit être envisagé, dans sa partie orientale, comme un vaste dôme elliptique d'Hettangien, flanqué au nord et au sud de Rhétien, de Marnes Irisées et de Muschelkalk, en succession renversée, série sur laquelle s'appuie au nord-est une épaisse lame de dolomies kimeridgiennes. A l'ouest du hameau des Romans, la disposition en dôme des dolomies hettangiennes est particulièrement nette; mais, au lieu de rencontrer du Rhétien ou du Trias supérieur au fond du vallon qui entame la voûte, on observe sous l'Hettangien des calcaires aptiens à Orbitolines. M. Bresson, qui en a le premier signalé l'existence, expliquait leur apparition au moyen

---

[1] J'ai observé, entre les fermes Camoin et Font de Mai, une masse importante de poudingues rouges, intercalée entre le Turonien à Radiolites et les calcaires lacustres sannoisiens. Je l'attribue au Bégudien, dont la présence etait jusqu'ici inconnue dans le massif d'Allauch.

d'une faille dont je n'ai pu trouver aucune trace. En réalité, ce pointement d'Aptien ne peut s'interpréter que comme une petite fenêtre, laissant apparaître la nappe renversée sous la nappe triasique, comme l'avait fort bien reconnu Marcel Bertrand. La superposition de l'Hettangien et du Trias de Romans à l'Aptien de la série renversée entraîne de toute nécessité l'absence de racines de la zone triasique de l'Huveaune, ensemble dont personne ne conteste la continuité avec le massif des Romans, d'une part, avec la zone triasique de Rougiers et de Barjols, de l'autre.

La chaîne de l'Étoile, qui fait suite à l'ouest au massif d'Allauch, a fait, de la part de Marcel Bertrand, l'objet d'une description détaillée. Depuis, Gaston Vasseur en a dressé une carte géologique sur la base du vieux 50000e restée inédite, et il devait lui consacrer un Mémoire, qui n'a jamais été rédigé. Je compte prochainement publier quelques coupes laissées par mon regretté collègue et je mettrai en évidence, à cette occasion, les résultats nouveaux dont nous lui devons la connaissance. Ici je veux seulement dire quelques mots au sujet de la célèbre coupe de la galerie de Gardanne à la mer, relevée en détail par Vasseur et reproduite, d'ailleurs d'une manière assez peu exacte, par Boistel ([1]).

La galerie, terminée en 1905, a coupé transversalement toute la chaîne de l'Étoile. Elle a passé sous le lambeau triasique de Saint-Germain, en traversant environ 1500^{m} d'Aptien de la série renversée, donnant ainsi une confirmation éclatante aux prévisions de Marcel Bertrand et infligeant un retentissant démenti à celles que M. Fournier avait ainsi formulées : « Quant à nous, nous n'hésitons pas à affirmer que la galerie rencontrera le Trias et peut-être même des termes plus anciens.... Le Trias de Saint-Germain est enraciné et sera coupé par la galerie à la mer ». En réalité, le Trias de Saint-Germain est un lambeau de recouvrement, découpé par l'érosion dans la nappe triasique, qui affleure, sur le versant nord de la chaîne de l'Étoile, sous la forme d'un mince liséré de Marnes Irisées ou de dolomies hettangiennes.

Marcel Bertrand avait annoncé en outre comme probable que la galerie ne traverserait pas l'Aptien et que la plus grande partie de son parcours se ferait dans les couches bégudiennes et fuvéliennes. Le percement de la galerie n'a pas confirmé cette prévision et n'a pas fourni la preuve que « le massif de l'Étoile est entièrement superposé au Crétacé ». Je vais montrer

---

([1]) A. Boistel, *Résultats géologiques du percement de la galerie de Gardanne à la mer* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, t. 5, 1905, p. 724-740, 4 fig.).

que cette preuve est fournie, plus à l'ouest, par l'examen attentif des rapports de position qu'offrent entre eux les terrains de la surface.

La chaîne de l'Étoile se raccorde à l'ouest avec la chaîne de la Nerthe par une région déprimée, que franchit le chemin de fer d'Aix, par le défilé de Septèmes, et la route de Marseille aux Pennes, par le col des Cadenaux. Si la surface topographique s'abaisse, la base de la nappe se relève, par contre, de telle sorte que les couches les plus élevées de la série autochtone, les brèches bégudiennes, apparaissent en *fenêtres* ou à travers des *regards* creusés dans la nappe par l'érosion ([1]).

La première de ces fenêtres, celle de Sénière, est plutôt l'élargissement d'une bande de Bégudien, souvent très étroite, que l'on peut suivre d'une manière presque continue depuis les environs de la gare de Bouc-Cabriès, à l'est, jusqu'à Taxil, à l'ouest. Au nord de Septèmes, dans la tranchée du chemin de fer dont Marcel Bertrand a publié la coupe, la brèche bégudienne est intercalée entre l'Aptien (avec calcaires marmorisés au contact) et le Bathonien marneux et plonge comme eux vers le sud-est. Plus à l'ouest il n'en est plus de même. Le Bégudien forme une voûte régulière, dont le flanc sud s'enfonce sous des calcaires séquaniens très spathiques, plongeant au sud, tandis que le flanc nord plonge sous des dolomies kimeridgiennes (cote 279), auxquelles font place, un peu plus à l'ouest, des calcaires blancs portlandiens ou valanginiens. Un lambeau de recouvrement de calcaires fortement spathisés, posé sur les conglomérats bégudiens, témoigne de l'ancienne continuité des deux flanquements.

La seconde fenêtre est visible au col même des Cadenaux, elle est traversée par la route. Le Bégudien apparaît au centre d'une voûte formée par les dolomies kimeridgiennes, qui occupent les hauteurs ([2]).

Une troisième fenêtre est située plus à l'ouest, sur la crête même de la Nerthe, entre le château de Pierrefeu et le Jas de Rode. Les conglomérats bégudiens affleurent sur le chemin de crête sur près de 1^{km}. Ils forment ici aussi une voûte et s'enfoncent, partout où les contours de l'affleurement

---

([1]) Telle n'est pas l'interprétation admise par Vasseur pour expliquer la présence des affleurements du Bégudien, dont il a figuré assez exactement les contours. Pour lui il s'agit de témoins, épargnés par l'érosion, d'une couverture de Bégudien, qui aurait recouvert en discordance angulaire les couches jurassiques fortement redressées. C'était là également la manière de voir de M. Fournier.

([2]) Je compte donner prochainement une description détaillée de cette fenêtre et en expliquer les complications qui, par places, pourraient faire croire à une superposition des brèches aux dolomies.

sont visibles, sous des dolomies hettangiennes. Une excavation récente, creusée sur le bord de la route, permet de voir la superposition sans aucune contestation possible. L'Hettangien, associé d'ailleurs à du Trias, représente la nappe triasique, qui manque généralement dans les deux autres fenêtres et qui supporte ici directement, au nord et au sud, les dolomies kimeridgiennes de la nappe jurassique. Je n'ai observé nulle part de trace de la nappe renversée.

A l'ouest du château de la Nerthe commence une longue dépression de marnes aptiennes, que Marcel Bertrand avait envisagée comme une apparition en fenêtre, au milieu des terrains de la série normale, de la série renversée sur laquelle repose la nappe. En réalité, l'Aptien du Rove repose, à l'extrémité orientale de la dépression, sur de l'Urgonien, qui fait partie de la série normale. Il a été traversé, sur une grande épaisseur, par le puits du Logis Neuf, qui n'a pas rencontré son substratum. La dépression du Rove est limitée par deux failles verticales, parallèles sur une partie de leur parcours, qui mettent l'Aptien en contact avec les dolomies kimeridgiennes. Elle correspond à un effondrement de la clé de voûte de la Nerthe, et ainsi s'explique le fait que le tunnel du canal de l'Estaque à l'étang de Berre n'a pas rencontré la brèche bégudienne.

Au nord et au sud de l'axe de la Nerthe, le soubassement de la nappe apparaît en plusieurs endroits. Marcel Bertrand a reconnu toute l'importance que présentent plusieurs pointements, au milieu de l'Urgonien, de couches plus récentes. J'ai visité ces affleurements et j'ai acquis la certitude que ce sont bien des *regards*, laissant voir le substratum de la nappe. Le pointement de calcaires à Hippurites situé dans un vallon au sud-ouest de Martigues, entre deux sommets cotés 120, constitués par de l'Urgonien subhorizontal, n'est nullement délimité par des failles verticales et ses contours sont très sinueux. Je n'ai rien à ajouter d'essentiel à ce qui a été dit au sujet des fenêtres de la Folie et de Valapoux, près de Carry, mais je tiens à signaler un affleurement de grès aptiens ou albiens en couches verticales, que M. Lutaud et moi avons découvert l'année dernière, à 1600^m à l'ouest de Carry et à 300^m à peine du bord de la mer, en contact avec de l'Urgonien à peu près horizontal.

Il est manifeste dès lors que la racine de la nappe principale de la Nerthe est située au large. Cette conclusion est à rapprocher de celle qui se dégage d'un fait important signalé récemment par M. Repelin : la présence, dans les îles Pomègues et Ratonnneau, d'Aptien fossilifère, recouvert par l'Urgonien. Au lieu d'attribuer, comme le fait M. Repelin, cet Urgonien

à une nappe spéciale (« nappe de Ratonneau »), bien distincte du dôme de Notre-Dame-de-la-Garde, je serais plutôt tenté de conclure que cet Urgonien charrié, de même que celui de la Nerthe et celui du massif de Carpiagne, représente la partie supérieure de la grande nappe de Provence, nappe dont les racines seraient ensevelies sous la mer et, plus à l'est, sous le bassin crétacé du Beausset.

CORRESPONDANCE.

MM. E. **Bataillon**, **Georges Friedel** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la mesure des ensembles linéaires.* Note de M. **Leau**.

La question de la mesure des ensembles n'est pas entièrement élucidée par la théorie due aux travaux successifs de MM. Jordan, Borel et Lebesgue. S'il peut sembler au moins prématuré de s'occuper des ensembles qui échappent à cette théorie puisque aucun d'eux, comme l'a montré M. Lebesgue, ne saurait être effectivement construit avec les moyens actuels de l'Analyse, il y a lieu, ainsi que M. Borel a commencé de le faire, de comparer entre eux les ensembles de mesure nulle.

Me limitant aux ensembles linéaires, je pose ainsi le problème :

Une famille $\mathcal{F}$ *d'ensembles* E *est dite* mesurable *si l'on peut faire correspondre, à chaque ensemble de* $\mathcal{F}$ *un nombre positif ou nul* (*mais non pas tous nuls*), *sa mesure, qui satisfasse aux conditions suivantes :*

I. Deux ensembles de $\mathcal{F}$, égaux, ont même mesure.

II. Si l'ensemble somme (A) d'un nombre fini ou (B) d'une infinité énumérable d'ensembles de $\mathcal{F}$ (sans point commun deux à deux) appartient à $\mathcal{F}$, sa mesure est la somme de leurs mesures.

III. La mesure d'un ensemble particulier de $\mathcal{F}$, de mesure non nulle, est un nombre positif arbitraire.

IV. Les mesures des ensembles de $\mathcal{F}$ sont complètement déterminées par les conditions précédentes.

Si une famille satisfait à ces conditions, sauf à la deuxième (B) relative à la somme d'une infinité dénombrable d'ensembles, elle est dite *semi-mesurable;* mais dans le cas d'une telle famille on peut affirmer que, pour certaines sommes d'une infinité énumérable d'ensembles, la précieuse propriété subsiste.

Définitions. — Un ensemble non borné constitue un milieu. Un milieu admet la période de translation h si le déplacement h le superpose à lui-même. Un milieu est de translation lorsqu'il admet des translations h_n formant une suite qui tend vers zéro. Un cas particulier remarquable est celui où le milieu admet pour période la différence d'abscisses de deux quelconques de ses points; j'appelle un tel milieu *homogène;* à un changement d'origine près, c'est un module de points.

Un milieu de translation est la somme de milieux homogénes, de même module de périodes; et réciproquement.

Résultats. — Aux ensembles bornés situés dans un même milieu de translation s'applique soit la méthode de M. Jordan, soit celle de MM. Borel et Lebesgue. On forme ainsi une première espèce de familles mesurables ou semi-mesurables.

Une deuxième espèce est constituée par les systèmes de milieux homogènes deux à deux commensurables. Contrairement aux conventions faites ailleurs il a fallu donner ici des mots *diviseur* et *multiple* des définitions conformes à celles en usage dans toute théorie de mesure de grandeurs; toute confusion est d'ailleurs évitée. De ces familles de milieux homogènes on passe ensuite à certaines familles de milieux plus généraux de translation : soit A un ensemble de points tel que la différence des abscisses de deux quelconques d'entre eux n'est jamais une période d'un milieu homogène M de la famille $\mathcal{F}$ donnée; les translations de chaque M engendrent à partir de A un milieu N (que l'on peut déplacer), dont l'ensemble est une famille $\mathcal{G}$ mesurable ou semi-mesurable en même temps que $\mathcal{F}$.

Envisageons enfin une de ces familles $\mathcal{G}$. A chacun des milieux dont elle se compose sont attachés des ensembles bornés qui forment une famille de première espèce. D'elles toutes constituons une collection unique. Elle est, elle aussi, mesurable ou semi-mesurable et peut même encore s'adjoindre de nouveaux ensembles.

Exemples. — I. Soient des nombres premiers $p_1, p_2, \ldots, p_n$; le milieu constitué par les rationnels qui, irréductibles, admettent au déterminateur p_1, $p_2, \ldots, p_n$ jusqu'aux exposants maxima respectifs $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ et les autres nombres premiers avec tout exposant est un milieu homogène $M_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}$. Donnons-nous un ensemble A de nombres, algébriques pour fixer les idées, tels qu'il n'y en ait pas deux dont la différence soit un rationnel; a et h étant deux nombres quelconques, le premier de A, le second de $M_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}$, l'ensemble des $a+h$ forme un milieu de translation $H_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}$ et les ensembles inclus dans les H auxquels s'applique le procédé (généralisé) de M. Jordan forment une famille semi-mesurable. Si l'on prend comme unité l'ensemble des points de $H_{0, 0, \ldots, 0}$ compris entre o et 1, l'ensemble des points de $H_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}$ situés dans les intervalles $\left(0, \frac{1}{q}\right)$, $\left(\frac{1}{q^2}, \frac{1}{q^3}\right)$, $\left(\frac{1}{q^4}, \frac{1}{q^5}\right)$, $\cdots$ (q étant un entier supérieur à 1) a pour mesure $\frac{q+2}{q(q-1)} p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \ldots p_n^{\alpha_n}$.

II. Soit une suite $u_1, u_2, \ldots, u_m, \ldots$ d'entiers supérieurs à 1; posons $d_i = u_1 u_2 \ldots u_i$. On peut, a étant un nombre quelconque, le mettre d'une infinité de manières sous la forme

$$a_0 + \frac{a_1}{d_1} + \frac{a_2}{d_2} + \ldots + \frac{a_m}{d_m} + \ldots,$$

les a_m étant des entiers. Prenons $u_m \geqq d_{m-1}^p$ et choisissons une variable positive infiniment grande $r_m \leqq d_{m-1}^\alpha$, α et p étant deux nombres positifs fixes, $\alpha < p$. L'ensemble E_λ des nombres a pour lesquels une représentation du type considéré satisfait à la condition $\lim \frac{a_m}{r_m} = \lambda$ est un milieu homogène; la portion comprise entre deux bornes a la puissance du continu et a, au sens de MM. Borel et Lebesgue, une mesure nulle (ceci est suggéré par un exemple de M. Borel). Ces propriétés subsistent pour le milieu $\mathcal{E}$ formé par tous les points de tous les milieux E_λ. Si λ parcourt un milieu homogène, l'ensemble E_λ engendre un milieu homogène.

Désignons par $h_1, h_2, \ldots, h_n$, n nombres qui ne sont pas liés par une relation $\Sigma c_i h_i = 0$ à coefficients entiers non tous nuls. Le milieu $M_{\frac{p_1}{q_1}, \frac{p_2}{q_2}, \ldots, \frac{p_n}{q_n}}$ défini par $x = k_1\left(\frac{p_1}{q_1} h_1\right) + \ldots + k_n\left(\frac{p_n}{q_n} h_n\right)$ $(n \geqq 2)$, les fractions $\frac{p}{q}$ étant données et les k des entiers arbitraires, est homogène, la famille des M est semi-mesurable. Si l'on prend comme unité la partie de $M_{1, 1, \ldots, 1}$, située de o à 1 et si, ayant décomposé un intervalle en un nombre limité ou une infinité énu-

mérable d'intervalles partiels, on en prend une suite S de longueur l, la partie de $M_{\frac{p_1}{q_1}, \frac{p_2}{q_2}, \ldots, \frac{p_n}{q_n}}$ située dans S a pour mesure $l \frac{q_1 q_2 \ldots q_n}{p_1 p_2 \ldots p_n}$.

Or on obtient la même mesure si l'on substitue aux milieux décrits par λ les milieux engendrés par E_λ, prenant pour unité la partie de $\mathfrak{M}_{1,1,\ldots,1}$ comprise entre o et 1 et envisageant les points de $\mathfrak{M}_{\frac{p_1}{q_1}, \frac{p_2}{q_2}, \ldots, \frac{p_n}{q_n}}$ situés dans S. Je désigne ici par $\mathfrak{M}$ avec les mêmes indices le milieu engendré par E_λ quand λ décrit un M.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Détermination expérimentale du rendement (machines et chaudières marines).* Note [1] de M. **Tournier.**

Les expériences de machines effectuées à bord des navires se bornent à la détermination de la puissance et de la consommation par cheval-heure. Ce dernier élément est obtenu globalement. On n'a jamais tenté de faire le départ de ce qui revient, respectivement, à la machine et à la chaudière. En cas de mécompte, on ne sait où s'en prendre. C'est une lacune fâcheuse que le calcul du rendement peut combler. Tel est, avec la connaissance des pertes internes de la machine, l'objet d'une étude dont voici le résumé.

Rendement de la machine. — Soient F la puissance, ϖ le poids de vapeur saturée sèche débité à la machine en 1 seconde, λ la chute adiabatique de chaleur que subit le kilogramme de vapeur quand il se détend de la chaudière au condenseur :

L'énergie potentielle reçue par la machine, en 1 seconde, est $\varpi\lambda.425$.

Le travail effectif rendu par elle, en 1 seconde, est $F.75$.

Le rendement ρ de la machine est donc

$$\rho = \frac{F.75}{\varpi\lambda.425}.$$

Rendement de la chaudière et rendement global. — On prouverait de même que le rendement de la chaudière et le rendement global sont respectivement :

$$\rho = \frac{\varpi\lambda}{q\,\rho_c} \quad \text{et} \quad \rho = \frac{F.75}{q\,\rho_c.425},$$

(1) Séance du 11 juin 1917.

q étant le poids de charbon brûlé en 1 seconde, et ρ_c le pouvoir calorifique de ce charbon. Ce dernier rendement, qui s'applique à l'organisme entier, est le rapport du travail recueilli au travail mis en liberté sur les grilles par la combustion du charbon.

Rendements de comparaison. — Les rendements (machine et chaudière) sont fonctions du vide. Ils doivent donc être ramenés à une base commune, c'est-à-dire à une pression conventionnelle du condenseur ($0^{kg},10$, par exemple), comme on fait en hydrographie quand on ramène à un niveau fixe la hauteur d'eau donnée par la sonde.

Supposons qu'une machine étant en mouvement, la pression au condenseur passe de p à $0^{kg},10 < p$: le travail par tour augmente, l'allure s'accélère et devient $n' > n$. Alors le rendement s'écrit

$$\rho_{(0^{kg},10)} = \frac{(F + \Delta F)\,75}{(\varpi + \Delta\varpi)(\lambda + \Delta\lambda)\,425}.$$

Après diverses transformations, on obtient pour la machine et la chaudière les équations ci-après, où h_3 représente l'ordonnée moyenne et f_3 la puissance du cylindre de basse pression (BP) :

$$\rho_{(0^{kg},10)} = \frac{F.75}{\varpi(\lambda \pm \Delta\lambda)\,425}\left[1 \pm \frac{\Delta p}{h_3\dfrac{F}{f_3}}\right] \qquad \text{(pour la machine);}$$

$$\rho_{(0^{kg},10)} = \frac{\varpi(\lambda \pm \Delta\lambda)}{q\,p_c}\left[1 \mp \frac{\Delta p}{h_3\dfrac{F}{f_3}}\right] \qquad \text{(pour la chaudière).}$$

Calcul de ϖ. — Le débit de vapeur ϖ s'obtient à l'aide des diagrammes et peut se calculer pour chacun des cylindres de la série. Le poids de vapeur agissante passe, pendant la détente, par un maximum qui est caractérisé par ce fait que *la tangente à la courbe en ce point, prolongée jusqu'aux axes, s'y trouve partagée en deux tronçons égaux.*

On détermine ce point à l'aide d'un double-décimètre et l'on note la pression absolue et la fraction de course, i_m, correspondantes. Enfin, en tenant compte du poids de vapeur condensée par la détente adiabatique, entre la chaudière et le point du maximum, on a :

$$\varpi^{\text{kg-sec}} = V^{m^3}\, i_m\, \gamma \frac{2n}{60}\, \frac{x_1}{x_2} \quad \left\{ \begin{array}{l} \gamma \text{ étant le poids spécifique,} \\ x_1 \text{ le titre à l'origine,} \\ x_2 \text{ le titre à l'instant du maximum.} \end{array} \right.$$

Mais on ignore généralement x_1. Force est donc de le tenir égal à 1.

Dans ces conditions :

$$\varpi^{\text{(kil-sec)}} = V^{\text{m}^3} i_m \frac{2n}{60} \frac{1}{v},$$

v étant le volume spécifique de la vapeur à l'instant du maximum.

Erreur globale sur $\varpi\lambda$. — En agissant ainsi, on commet une double erreur : sur ϖ, par excès; sur λ, par défaut. Ces deux erreurs se compensent à très peu près, et même complètement pour les valeurs acceptables du titre. Il n'y a donc pas lieu, sauf en cas d'expériences très précises, de s'en préoccuper.

Détermination de λ *et de* v. — En partant d'une vapeur saturée sèche à l'origine, λ et v s'obtiennent, à vue ou par simple proportion, à l'aide du *diagramme entropique* ou des Tables de vapeur.

Contrôle des pertes intercylindriques. — Les débits de vapeur ayant été calculés avec trois cylindres, on devrait avoir : $\varpi_1 = \varpi_2 = \varpi_3 = \varpi$. Cela ne se produit jamais, ou presque. Les trois débits calculés étant inégaux, *c'est le plus grand des trois qui fixe la valeur de* ϖ.

Et ainsi sont révélées les défectuosités de l'appareil, défectuosités qu'on peut atténuer : en forçant le réchauffage des cylindres de moindre débit; en visitant au plus tôt leurs garnitures de pistons.

Adiabatisme des cylindres. — L'expérience apprend que *le rendement de la machine est indépendant de la puissance* et que si l'on corrige le rendement calculé des pertes internes, on obtient le *rendement présumé maximum*, de valeur constante.

Donc, après correction, le rapport $\frac{F}{\varpi\lambda}$ est constant. Par conséquent, le défaut d'adiabatisme d'une machine n'exerce aucune action sur son rendement, puisque à $\varpi' < \varpi$ correspond $F' < F$, avec la proportion

$$\frac{F'}{\varpi'} = \frac{F}{\varpi}.$$

Pratiquement, les deux autres rendements peuvent aussi être tenus pour exacts, au moins en valeur relative, si les cylindres sont ceinturés de vapeur vive.

Pertes du détendeur. — En général, ϖ_3 est beaucoup plus faible que ϖ_1 et ϖ_2; il n'est pas rare de trouver 20 pour 100 d'écart, effet, sans doute, du voisinage du condenseur et des différences considérables de température et

de pression avec celui-ci. Le dernier cylindre est beaucoup plus sensible que les autres et doit être surveillé de très près pour éviter les pertes de travail. Économiquement parlant, « quand le BP va, tout va ».

Avantages qui découlent de l'emploi de cette méthode. — Un mécanicien intelligent et attentif pourra suivre et améliorer sa machine de façon continue, par le calcul des débits de vapeur. Un ingénieur avisé tirera, du calcul des rendements, des déductions judicieuses dont il fera profiter ses nouvelles unités.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur la position du point d'arrêt dans le mouvement de rotation uniforme.* Note de M. **Victor Vâlcovici**, présentée par M. Appell.

1. Pour trouver la valeur numérique de la résistance que l'air oppose au mouvement de translation rectiligne et uniforme d'un corps solide quelconque, quelques physiciens éminents, comme Dines, Langley, etc., ont employé les appareils de rotation (1) : le corps solide est attaché à un bras qui tourne uniformément autour d'un axe fixe. Puisque la longueur du bras est très grande par rapport aux dimensions du corps solide considéré, le mouvement du corps peut être regardé, en première approximation, comme une translation uniforme et rectiligne.

Néanmoins, ce procédé soulève de nombreuses objections qui amoindrissent la valeur des résultats trouvés. Nous nous proposons de nous occuper dans cette Note d'une de ces objections, à savoir du déplacement du centre de pression.

2. Si une plaque plane rectangulaire est animée d'une translation rectiligne dans la direction de sa normale, le centre de pression est évidemment au milieu géométrique de la plaque. Si on la fait tourner autour d'un axe fixe parallèle à l'un de ses côtés, on constate expérimentalement que le centre de pression se déplace vers l'extérieur, c'est-à-dire s'éloigne de l'axe de rotation.

On sait que le point d'arrêt (le point de la paroi solide où la vitesse du fluide relativement au solide est nulle) coïncide avec le lieu de la plus

---

(1) Pour la description de ces appareils ainsi que pour les renseignements relatifs à la littérature spéciale, voir G. Eiffel, *La résistance de l'air*, Chap. III, Paris, 1910.

grande pression; il indique en quelque sorte le sens du déplacement du centre de pression. C'est la position du point d'arrêt, que j'ai déterminée dans quelques mouvements de rotation en deux dimensions, qui caractérise le phénomène.

Dans l'hypothèse du fluide parfait incompressible j'ai trouvé pour le potentiel des vitesses dans le mouvement engendré par la rotation d'une plaque, dont le plan passe par l'axe fixe de rotation, la partie réelle de la fonction

$$\varphi + i\psi = -\frac{i\omega a}{2}\left(2l\zeta + \frac{a}{2}\zeta^2\right).$$

ζ étant une variable intermédiaire liée à z par la relation

$$z = l + \frac{a}{2}\left(\zeta + \frac{1}{\zeta}\right).$$

J'ai mis dans cette formule $2a$ pour la largeur de la plaque, l pour la distance de son centre à l'axe de rotation, ω pour la vitesse angulaire de rotation et z pour $x + iy$, l'axe Ox étant une droite contenue dans le plan de la plaque et normale à l'axe de rotation.

On en déduit que le point d'arrêt se trouve plus loin que le centre de la plaque, par rapport à l'axe de rotation, si l est supérieur à $\frac{a}{2}$.

En remplaçant la plaque par un cylindre droit circulaire de rayon a et dont le centre se trouve à la distance l de l'axe, on a

$$\varphi - i\psi = -\frac{a^2 l\omega i}{z - l}.$$

Un calcul très simple nous montre que, dans ce cas, le point d'arrêt se trouve entre l'axe et la position qu'il aurait dans le mouvement de translation, l étant supérieur à $\frac{a}{2}$. Je ne connais pas d'expérience qui décide de quel côté se trouve déplacé le centre de pression dans ce cas.

Si enfin on considère le cylindre elliptique au lieu du cylindre circulaire, l'ellipse ayant pour demi-axes a et b ($a > b$), on aura

$$\varphi + i\psi = -\frac{\omega i}{2}\left[\frac{(a+b)^2}{2}\zeta^2 + 2al\zeta\sqrt{\frac{a+b}{a-b}}\right]$$

avec

$$z = l + \frac{a}{2}\left(\zeta + \frac{1}{\zeta}\right).$$

En calculant la valeur de la vitesse le long du contour, on trouve que,

dans l'hypothèse de la relation

$$l > \frac{a-b}{2} + \frac{ab}{a+b}$$

qui est toujours remplie si le cylindre est extérieur à l'axe ($l > a$), on a trois cas à distinguer :

I. $a < b(1+\sqrt{2})$, le point d'arrêt se trouve entre l'axe et la position qu'il aurait dans le mouvement de translation le long du petit axe (comme dans le cas du cylindre circulaire).

II. $a > b(1+\sqrt{2})$, le point d'arrêt se trouve du côté opposé (comme dans le cas de la plaque).

III. $a = b(1+\sqrt{2})$, il garde sa position au bout du petit axe (comme si le cylindre était animé d'un mouvement de translation dans la direction du petit axe).

Le développement de cette Note paraîtra ailleurs.

ASTRONOMIE. — *Nouveau courant d'étoiles dans le Sagittaire.* Note de M. J. **Comas Solá**, présentée par M. Bigourdan.

En comparant, dans mon stéréogoniomètre, deux clichés du Sagittaire obtenus par moi le 17 juin 1912 et le 12 juin 1917, avec un objectif de 16^{cm} de diamètre, 80^{cm} de distance focale et 75 minutes de pose, on découvre, avec la plus grande évidence, l'existence d'un courant d'étoiles. Mes observations se limitent à la région comprise entre $16^h 44^m$ et $17^h 10^m$ en ascension droite, $-21°40'$ et $-28°20'$ en déclinaison.

Dans l'impossibilité d'examiner stéréoscopiquement et à la fois le champ tout entier, j'ai dû le diviser en quatre parties circulaires, qui comprennent presque la totalité de ce champ. Le tableau de fond stéréoscopique est l'ensemble des petites étoiles de la Voie lactée.

En appelant A, B, C et D ces quatre parties examinées séparément au stéréogoniomètre, je trouve que le sens moyen du courant dans chacun d'eux correspond aux directions suivantes :

A = 317°, B = 283°, C = 277°, D = 295°, Moy. = 293°.

Les différences ne sont pas attribuables, dans la plus grande partie du moins, aux erreurs d'observation : elles sont dues surtout à des différences

réelles dans le mouvement du courant. Malgré cela, il n'y a pas moins d'évidence dans l'existence de ce mouvement propre commun général des étoiles plus brillantes (qui sont très nombreuses), par rapport aux plus petites étoiles des nuages de la Voie lactée.

Quelques-unes de ces étoiles brillantes font exception au mouvement de ce courant, de même que les amas stellaires et les nébuleuses qui se trouvent dans la même région (M.8 et M.20). En général, les étoiles les plus brillantes ont les mouvements propres les plus forts. Le maximum de ces mouvements propres est de l'ordre de 0",8 par an.

Des observations postérieures m'ont démontré que ce courant est plus étendu encore; même, peut-être, est-il général. Au moins ainsi paraissent l'indiquer les observations stéréoscopiques, de concordance surprenante, que je viens de faire, en plus de celles du Sagittaire, de plusieurs régions de l'Aigle et Antinous, du Cygne, d'Andromède et d'Orion. La région de convergence de ce courant général (antiapex du Soleil) se trouverait entre la Vierge, la Chevelure et le Lion. De nouvelles observations sont indispensables pour arriver à des conclusions précises à cet égard.

GÉOLOGIE. — *Sur une manière nouvelle de comprendre le volcanisme et les apparences pseudo-éruptives du granite.* Note de M. **Adrien Guébhard.**

Parmi les nombreuses données admises comme évidentes sans démonstration pour servir de point de départ aux interprétations de la Géophysique moderne, figure en tête celle de la contracture, par refroidissement, non seulement de l'écorce terrestre, mais aussi de son noyau. Dans une Note récente d'un haut intérêt, quoique fort discutable à cause de l'application qu'elle fait, suivant trop de précédents classiques, à la surface fermée qu'est le sphéroïde, des particularités observables dans la flexion d'une barre ou d'une plaque *à bords libres*, Albert Cochain [1], tout en

---

[1] Un des plus brillants élèves de M. Termier, prématurément enlevé à la Science avant d'avoir pu pousser plus loin son visible souci de substituer aux envolées de l'imagination, dans les conceptions de l'orogénie, la rigueur des considérations physiques. C'est la lecture de sa Note *Sur une nouvelle manière de comprendre la déformation de l'écorce terrestre : application aux fossés d'effondrement* (*Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 29-32) qui m'a directement suggéré la moitié du titre et de la substance de la mienne.

substituant, pour la partie externe de l'écorce, la notion de « tension superficielle » à celle, opposée, de contracture, maintient celle-ci en ce qui concerne les parties profondes. Or une remarque de Physique élémentaire suffit à montrer combien ce postulat de la théorie des actions tangentielles est, ici, pour le moins, invraisemblable.

Si l'on remonte, en effet, à la formation originelle de la croûte, on est bien obligé de reconnaître que les premiers éléments de consolidation, pour pouvoir flotter à la surface de la fonte incandescente et la couvrir à la longue d'une pellicule continue, au lieu d'aller, au fur et à mesure, se refondre en profondeur ou nourrir au centre un noyau réfractaire, ont dû posséder forcément la propriété qu'a l'eau de prendre, aux approches de la congélation, une densité moindre. Cela ne saurait avoir, du reste, rien de bien surprenant, puisqu'il est connu que le fer, dont est formée la majeure partie du magma central, a précisément pour caractéristique, parmi tous les métaux, de présenter au moment de sa solidification un notable accroissement de volume.

Or cette pellicule, peu à peu épaissie *ab infero*, au fur et à mesure que s'enfonçait vers le centre l'isogéotherme de solidification, dès qu'elle eut formé une croûte solide hermétique, se trouva, vis-à-vis de son contenu fluide, exactement dans les mêmes rapports physiques que la bombe remplie d'eau mise à congeler dans la mémorable expérience de Varsovie, si souvent répétée depuis 1828 (1). Des crevures périodiques furent fatales, avec extrusion violente du contenu (2). Est-il nécessaire d'insister pour faire voir, dans ce simple rapprochement, l'explication physique la plus élémentaire qui puisse être donnée de la cause immanente du volcanisme proprement dit ?

Tout autre doit être l'interprétation de l'aspect fréquemment éruptif des

---

(1) Dans toutes ces expériences il fut constaté que l'éclatement de l'enveloppe avait lieu bien avant la solidification complète de la masse, dont la partie centrale avait gardé sa fluidité. L'énormité même de la pression développée s'oppose à la congélation du noyau.

(2) On pourrait objecter l'expérience non moins mémorable des académiciens *del Cimento*, qui constatèrent seulement l'accroissement du diamètre de l'enveloppe d'or de l'eau congelée. Cela ne laisserait pas de s'adapter mieux aux ingénieuses considérations de A. Cochain que son postulatum classique. Mais quel est le physicien qui préférerait assimiler *l'écorce résistante* à l'or mince plutôt qu'au fer solide? Tout au plus y aurait-il quelque vraisemblance à attribuer à la permanence de l'effet de distension interne, entre les crises, les phénomènes connus de l'épirogénie.

granites, puisque l'origine sédimentaire, dûment établie, de la roche métamorphisée, exclut pour elle une provenance nucléaire ignée.

Or, avant qu'aient pu commencer à se déposer des sédiments, il a bien fallu que la croûte eût acquis une épaisseur assez considérable pour faire écran à la chaleur centrale au point de permettre la condensation de la vapeur d'eau et sa chute sur le plancher consolidé. Par-dessus les premiers produits de l'érosion directement arrachés à la croûte à peine altérée, d'autres vinrent s'entasser, de plus en plus différenciés par les modifications de la température, l'apparition de la vie, les crises de détente de la pyrosphère ([1]); mais, pour aucun de ces agrégats nouveaux, la cohésion chimique, née par voie de précipitation aqueuse, ne put être comparable à la soudure autogène, par voie ignée, du plancher primitif, que A. Cochain a si bien qualifié d'*écorce résistante* ([2]). Hermétiquement comprimés contre celui-ci, dans les bas-fonds, par une surcharge indéfiniment croissante, les dépôts inférieurs ont dû voir fatalement leur résistance à l'écrasement surpassée, à un moment donné, par l'énormité de la pression qui, les transformant en fluides temporaires, ainsi que dans les expériences connues de Tresca, W. Spring, etc., les força à chercher du côté de moindre résistance, vers le haut, des issues pour fuir, portant au loin, en puissantes vagues souterraines, l'énorme potentiel de forces dégagé par l'inévitable effondrement de la superstructure, jusqu'à trouver enfin, dans des soulèvements et disruptions compensatoires, la complète détente de la part d'énergie non absorbée au travail de métamorphisation cristalline, qui est toujours observé expérimentalement dans ces circonstances.

En entrant dans le détail de ce mécanisme, il n'est pas une des particularités avérées de l'étude des roches granitoïdes qui n'y trouve son explication toute naturelle. Mieux que cela : comme il est clair qu'il a dû arriver plus d'une fois, à mesure que s'élevait l'échelle de la lithogenèse, que la somme des poids des assises supérieures arrivât à surmonter la cohésion d'une couche ancienne appuyée sur une plus résistante, c'est dorénavant comme

---

([1]) Crises, peut-être, point étrangères au long maintien et à l'uniformisation du climat chaud des ères primitives.

([2]) C'est avec raison que A. Cochain opposait la résistance de cette couche de première considération à la friabilité de l'épiderme sédimentaire. Il y a longtemps que j'applique une distinction de ce genre aux anomalies de rapports du Jurassique et du Crétacé de Provence. Mais que devient alors l'extraordinaire plasticité dont certains théoriciens gratifient toute l'épaisseur de leurs nappes pour les faire évoluer à l'air libre?

simple cas particulier d'une loi toute générale que je puis présenter la conclusion à laquelle m'avait amené, quant au rôle du Trias dans la Tectonique provençale, une étude détaillée du terrain des environs de Castellane. Si, dans ma Note du 6 avril 1914, je m'en tenais encore aux « contractures de la carapace » comme cause de la « mise sous pression du magma gypseux inférieur..., jouant le rôle pseudo-volcanique de piston hydraulique pour soulever les morceaux disjoints de la nappe craquelée », c'est présentement sans aucun autre appel qu'à la force connue de la pesanteur que je ferme presque mathématiquement le cycle énergétiqne complet d'une démonstration purement physique substituée à l'hypothèse gratuite des « actions tangentielles » sur un des premiers théâtres de leurs prétendues manifestations.

GÉOLOGIE. — *Sur le faciès du Miocène inférieur au sud du Tell et la faune du Cartennien d'Uzès-le-Duc (Algérie).* Note de M. **Marius Dalloni**, présentée par M. H. Douvillé.

Le Miocène inférieur présente, en certains points du bassin néogène qui s'étend entre les ridements de l'Atlas et les plateaux jurassiques, un faciès assez différent de celui du Cartennien des zones plus littorales du Tell oranais. L'une des localités les plus remarquables pour l'étude de cette formation est celle d'Uzès-le-Duc (ou Fortassa), dans la moyenne vallée de la Mina, à 30^{km} au sud de Relizane; les premières assises miocènes, reposant en discordance sur le Nummulitique, y offrent une curieuse similitude de faciès avec les grès et marnes de l'Oligocène marin (Stampien), tant au point de vue de la nature des sédiments qu'à celui de la faune : il s'agit évidemment de deux dépôts formés dans des conditions très analogues.

Sur le flanc méridional du Koudiat el Hamra (418^{m}) l'étage débute par des grès en bancs peu épais, grossiers, en partie constitués par des *Lithothamnium*, des Bryozoaires et des débris de coquilles; dans ces grès s'intercalent de minces lits marneux qui prennent progressivement plus d'importance et passent plus haut à la puissante formation des marnes cartenniennes, laquelle s'étend largement dans le bassin sud-tellien.

Les grès de la base sont très fossilifères. Parmi les organismes inférieurs, en dehors des Algues calcaires, les Foraminifères sont très variés : Cristellaires, Amphistégines, Hétérostégines de grande taille accompagnent une forme importante, *Miogypsina irregularis* Micht., apparue dès l'Aquitanien.

mais surtout caractéristique du Miocène inférieur. C'est la première fois que le genre *Miogypsina* est signalé au sud de la Méditerranée; en Algérie, comme dans toute la région méditerranéenne, il paraît se substituer à ce niveau au genre *Lepidocyclina*, si bien représenté dans l'Oligocène et qui semble ici ne pas lui avoir survécu.

Avec quelques rares Polypiers libres, *Montlivaultia*, *Trochocyathus*, associés à *Isis melitensis* Goldf., j'ai recueilli de nombreux Bryozoaires, parmi lesquels M. F. Canu a reconnu plus de vingt espèces, qui existent pour la plupart dans le Burdigalien de Léognan, mais remontent presque toutes à des horizons plus élevés.

Ce sont surtout les Échinides, parmi lesquels les Cidaridés tiennent une large place, qui permettent d'intéressants rapprochements stratigraphiques; certaines formes très caractéristiques de la base du Miocène dans l'île de Malte, la Sardaigne, le Piémont, la vallée du Rhône sont fort communes à Uzès-le-Duc, notamment *Cidaris zea-maïs* Sism., *Cyathocidaris avenionensis* Desm., *Leiocidaris Sismondai* May., *Dorocidaris Gattungæ* Lamb., *Fibularia Pellati* Lamb., etc.

En outre, les mêmes couches renferment des espèces spéciales appartenant aux genres *Cidaris*, *Diadema*, *Arbacina* et une forme tout à fait particulière de *Streptosomata* qui, contrairement à ce qui se passe chez tous les Échinothurides connus, portait des plaques à tubercules nettement et fortement crénelés, caractère qui la place au moins dans une sous-famille ou une tribu nouvelle et certainement dans un genre nouveau pour lequel M. J. Lambert, qui a étudié très soigneusement les Échinides de ce gisement, veut bien proposer le nom de *Dallonia*.

Les formes précédentes sont associées à *Pentacrinus miocenicus* de Lor., *P.* cf. *Diaboli* Bayan, à de nombreux calices d'*Antedon* et plusieurs espèces de *Crenaster*.

C'est parmi les Lamellibranches qu'on observe le plus de points communs avec la faune typique du Cartennien : *Spondylus crassicostatus* Lamk. est abondant avec *Exogyra miotaurinensis* Sacco et *Ostrea* cf. *frondosa* de Serres. Les Pectinidés offrent des espèces spéciales à l'étage telles que *Pecten pseudo-Beudanti* Dep. et Rom., ainsi qu'*Amussium denudatum* Reuss, *Chlamys justianus* Font., *Macrochlamys restitutensis* Font., *Æquipecten multiscabrellus* Sacco, *Æ.* cf. *bollenensis* May.

Les grès renfermant la faune précédente supportent des marnes assez argileuses où s'intercalent encore vers la base de minces lits gréseux ; c'est à ce niveau qu'on observe, sur la rive gauche de l'Oued el Abd, des fossiles

et en particulier des Foraminifères parmi lesquels abonde une forme tout à fait spéciale du Miocène inférieur piémontais *Batysiphon taurinensis* Sacco, des *Nodosaria*, *Dentalina*, etc. Les marnes cartenniennes sont riches en Ptéropodes, notamment en espèces du genre *Vaginella* (*V. depressa* Daud., *V. acutissima* Aud.), en Pectinidés lisses et en Mollusques pyriteux de très petite taille : c'est la faune habituelle des marnes à *Aturia Aturi* Bast., dont la physionomie est étroitement liée au faciès profond de ce dépôt.

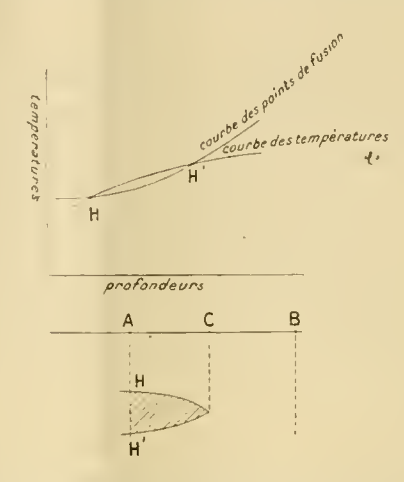
L'intérêt du Cartennien d'Uzès-le-Duc est de présenter, dans ses assises inférieures, un type assez nouveau de l'étage, qui n'a rien d'analogue aux couches grossièrement détritiques à Clypéastres et grands Ostracés par lesquelles se manifeste le début de la transgression miocène au nord du Tell, ni au faciès des grès à Tellines et Turritelles, si commun au même niveau ; il est bien différent, d'autre part, du Cartennien inférieur, vaseux, riche en Mollusques des faunes de Léognan et de la Superga, dont j'ai fait récemment connaître l'existence dans le massif de Miliana. C'est une formation de plage, qui rappelle les caractères de certains faluns et offre une remarquable association d'espèces qu'on n'a pas encore signalées en d'autres points de l'Algérie, mais qui caractérisent l'étage au nord de la Méditerranée.

GÉOLOGIE. — *Considérations sur le volcanisme.* Note posthume de M. **Albert Cochaix**, présentée par M. Pierre Termier.

La diversité des roches vomies par les volcans, même par des volcans très voisins; le fait que cette diversité se concilie, pour les divers volcans d'un même groupe, avec une ressemblance générale, un *air de famille ;* enfin la variation des laves d'un même volcan au cours de son histoire géologique, conduisent à penser que chaque groupe de volcans, parfois même chaque volcan, a son réservoir spécial de laves, auquel il s'alimente. Comment de tels réservoirs ont-ils pu se constituer? Nous entrons là dans le domaine des hypothèses invérifiables et de la spéculation toute pure. On peut tout au moins se rendre compte de la possibilité du phénomène par le raisonnement suivant :

Le point de fusion d'une roche est fonction de sa composition et de sa pression. Sur la verticale d'un certain point de l'écorce, ces deux éléments varient avec la profondeur et l'on peut représenter la variation de la température de fusion par une certaine courbe. La température est, elle aussi, fonction de la profondeur, et l'on peut également représenter sa variation

par une courbe. Si, entre deux profondeurs H et H', la courbe des températures passe au-dessus de la courbe des points de fusion, les roches seront, entre ces deux points, à l'état liquide. A chaque point de la surface terrestre, on peut ainsi faire correspondre deux courbes. Pour deux points différents, les courbes sont différentes. Pour un des points, elles peuvent se couper; pour l'autre, elles peuvent ne pas se rencontrer. Toutefois, pour deux points voisins, les courbes sont analogues; et, si l'on se déplace d'une façon continue à la surface de la Terre, les courbes correspondantes à chaque



point se déformeront, en général, d'une façon continue. Si en A les courbes se coupent pour les profondeurs H et H' et qu'en B elles ne se coupent pas, en allant de A vers B, il y aura un point à partir duquel l'intervalle correspondant à la partie liquide de l'écorce diminuera, pour s'annuler en un autre point C où les courbes seront tangentes. Il en sera de même dans chaque direction autour de A. Ainsi se formera au sein de l'écorce une sorte de lac, constituant le réservoir où viendront s'alimenter un ou plusieurs volcans.

Comment les courbes des points de fusion et des températures arrivent-elles à se couper en certains points? La courbe des températures varie d'une verticale à l'autre : c'est la variation du degré géothermique. La courbe des points de fusion varie aussi, d'abord en raison de la différence de composition chimique des roches, ensuite à cause de l'inégale répartition des pressions. Par exemple, près d'un fossé d'effondrement, par suite de la flexion de l'écorce [1], il y a tension à la surface, tandis qu'en profon-

---

[1] ALBERT COCHAIN, *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 29.

deur la pression sera supérieure à ce qu'elle serait sur la verticale d'un autre point. Il y a donc lieu de penser que c'est surtout sous les régions à fossés d'effondrement que les lacs de laves pourront se constituer.

Une fois admise l'existence de réservoirs souterrains pleins de laves liquides, la montée de la lave dans les régions des fossés d'effondrement, régions où l'*écorce résistante* se trouve soumise à une flexion, s'explique aisément. Les réservoirs, en effet, se trouvent dans la zone de surpression. La lave qui y est contenue transmet cette surpression latérale, non pas seulement latéralement, mais dans tous les sens, donc vers le haut. Elle peut avoir la force suffisante pour rompre la voûte du réservoir, voûte où ne s'exercent que des pressions latérales. Elle gagne alors la zone de tension de l'écorce résistante et, par les fractures de l'*écorce passive*, atteint la surface en formant un volcan. C'est de la même façon que le liquide contenu dans une écorce d'orange est projeté vers l'extérieur lorsqu'on la plie entre les doigts.

On démontre, en Résistance des matériaux, qu'une barre que l'on contraint à fléchir par des pressions latérales tend à se fissurer, dans la partie où règnent les tensions, suivant deux systèmes de fractures perpendiculaires, les unes normales aux pressions, les autres parallèles. Il est naturel de penser qu'il en est de même pour la zone supérieure de l'écorce résistante, qui entraîne l'écorce passive. On comprend ainsi pourquoi les volcans, qui utilisent de préférence les fentes de l'écorce, se placent, dans une même région, soit sur les fractures longitudinales très longues (fossés d'effondrement), soit sur des fractures transversales plus courtes. Tels les volcans du Mexique.

L'explication proposée, qui rattache clairement les volcans aux *bandes de flexion* de l'écorce résistante, donne également la raison de la coulée lente et continue des laves, observée dans de nombreux cas. La lave monte sous l'action des poussées latérales, poussées qui ne cessent pas du fait que le réservoir est mis en communication avec l'extérieur, mais continuent à agir avec la même puissance irrésistible. Au bout d'un certain temps, cependant, l'équilibre peut être atteint, et le volcan semble mort. Mais si le mouvement de flexion de l'écorce continue, la pression recommence à grandir, devient assez forte pour ouvrir à nouveau les anciennes cheminées où s'était solidifiée la lave des éruptions précédentes : le volcan revit, après une phase paroxysmale.

Si la théorie ébauchée précédemment [1] pour les fossés d'effondrement

(1) ALBERT COCHAIN, *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 29.

et celle que j'expose aujourd'hui pour les volcans correspondent en quelque mesure à la réalité, l'examen de la répartition de ces deux catégories d'accidents à la surface du globe devra nous permettre de déterminer le tracé des principales *bandes de flexion* de l'écorce résistante. Une des questions les plus importantes est celle de la relation de ces bandes de flexion avec les plissements visibles à la surface, c'est-à-dire avec les chaînes de montagnes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le mouvement propre des chromatophores.* Note de M. C. Sauvageau, présentée par M. Guignard.

On sait depuis longtemps que les grains de chlorophylle de certaines plantes vasculaires et les chromatophores de certaines Algues se déplacent sous l'action de la lumière; mais, bien que nombre d'auteurs se soient occupés de cette question, nous ignorons encore quels moyens mécaniques assurent leurs changements de position dans les cellules. D'après les uns, les corps chlorophylliens seraient actifs et se déplaceraient d'eux-mêmes; toutefois, les variations de dimensions invoquées à l'appui de cette manière de voir sont tellement minimes et tellement lentes qu'elles laissent place au doute. D'après les autres, ils seraient passifs, entraînés par le cytoplasme. Les exemples classiques les plus favorables étant insuffisants, il fallait attendre, pour résoudre la question, la découverte de chromoplastes doués d'une plus grande sensibilité phototactique.

Or les plantules monostromatiques de Laminaires fournissent les matériaux vainement cherchés jusqu'à présent; leurs chromatophores se déplacent et se déforment par contractilité propre. Le phénomène est tellement frappant que je l'ai constaté à Guéthary (Basses-Pyrénées), en mars 1914, sur les premières plantules de *Saccorhiza bulbosa* que j'ai eues sous les yeux; depuis, je l'ai vérifié plusieurs fois à Guéthary et au laboratoire de Roscoff. Les plantules récoltées dans la nature m'ont paru plus sensibles que celles de mes cultures.

Des lames longues d'environ un demi-centimètre, examinées vers leur milieu, sont les plus favorables à l'observation, car, vers le sommet, les cellules sont plus grandes et plus âgées et, vers la base, elles sont trop petites. Des plantules fraîchement cueillies et placées à l'ombre dans un verre de montre ont une teinte foncée; chaque cellule renferme sur chaque face péricline quatre à huit chromatophores étalés laissant entre eux un

étroit espace incolore (*fig. A*), ou même qui se moulent les uns contre les autres, sans vides, tandis que les faces anticlines n'en abritent aucun. Si l'on place le verre de montre dans un endroit bien éclairé par la lumière diffuse, les chromatophores se déforment, diminuent de surface, se présentent en disques ou en courts rubans parfois rétrécis en leur milieu (*fig. B*), puis ils rampent contre la paroi, se dirigent vers les faces anticlines, se

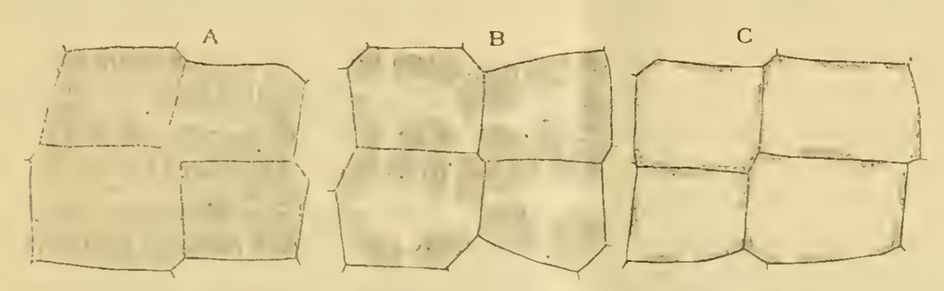


Fig. A. B. C. — Disposition des chromatophores dans les cellules d'une plantule de *Saccorhiza bulbosa*, d'après des croquis pris sur le vivant, à Guéthary, dans l'après-midi du 7 mars 1916.

courbent le long de celles-ci et bientôt ne présentent plus que leur tranche à l'observateur (*fig. C*), tandis que les faces périclines devenues incolores laissent voir le noyau; chaque chromatophore paraît plus foncé, mais l'ensemble est plus clair. Vingt minutes ont suffi pour obtenir ce résultat et l'intensité lumineuse semble seule agissante, non la direction de la lumière. L'expérience inverse réussit aussi facilement sur les mêmes plantules; si l'on couvre le verre de montre avec une feuille de papier gris, les chromatophores rampent de nouveau vers chaque face périclinc, s'y étalent et se rejoignent. La marche du phénomène est parfois plus lente; n'ayant point eu le loisir de l'étudier de plus près, je ne puis préciser les meilleures conditions de réussite.

Les plantules de *L. saccharina* et de *L. flexicaulis* montrent aussi la contractilité des chromatophores, mais moins nettement que celles du *S. bulbosa*. Je n'ai pas examiné l'*Alaria* à ce point de vue; toutefois, les dimensions des cellules et des chromatophores laissent présumer qu'elles fourniraient de bons matériaux d'étude.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Production artificielle d'une galle.* Note de M. MARIN MOLLIARD, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai montré antérieurement ([1]) que le liquide de culture du *Rhizobium radicicola* détermine sur le tissu cortical de la racine du Pois des phénomènes d'hyperplasie et d'hypertrophie; Smith ([2]) vient d'en réaliser d'analogues en faisant agir isolément certains produits que le *Bacterium tumefaciens* élabore dans les solutions qui servent à le cultiver; cet auteur a obtenu, en particulier avec l'acide acétique, des résultats de l'ordre de ceux que l'emploi de solutions de glycérine avait fournis à J. Laurent ([3]).

Toutes les données qui résultent de l'étude morphologique du développement des galles produites par les animaux donnent à penser que le même déterminisme est applicable à ces formations et qu'elles résultent, elles aussi, de l'action de substances sécrétées par les organismes cécidogènes.

Je me suis adressé, pour tenter d'obtenir une vérification de cette hypothèse, à la galle que l'*Aulax Papaveris* Perris provoque fréquemment sur les pistils de *Papaver dubium* et de *P. Rhœas*. Dans un travail antérieur ([4]), j'ai suivi le développement de cette cécidie chez le *P. dubium* et montré que les œufs sont déposés à la surface des lames placentaires, qui subissent une hypertrophie rapide, arrivent à se toucher et finissent, en se soudant, par constituer une masse compacte dans laquelle on reconnaît l'existence de nombreuses loges occupées chacune par une larve; lorsque ces galles sont jeunes et que les placentas ne sont pas encore adhérents, il est aisé, après avoir ouvert la paroi ovarienne, de prélever les larves qui se trouvent sur les placentas et dont le nombre peut dépasser 50 pour un seul pistil. En broyant ces larves en présence d'une petite quantité d'eau ($0^{cm^3},5$ pour 200 larves environ), on obtient un liquide qu'on rend limpide par compression à l'intérieur d'une petite seringue garnie dans le fond d'un filtre d'amiante; c'est ce liquide dont j'ai essayé l'action sur les pistils sains de *P. Rhœas*.

J'écartais les sépales de fleurs sur le point de s'ouvrir et je dégageais le

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 1531.

([2]) *Proc. of the Nat. Acad. Sc. of the U. S. of Amer.*, t. 3, 1917, n° 4.

([3]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1904, et *Bulletin de la Société botanique de France*, t. 60, 1913, p. 592.

([4]) *Revue générale de Botanique*, t. 11, 1899, p. 209.

pistil; sur le côté de celui-ci je pratiquais une très petite ouverture et j'introduisais l'aiguille d'une seringue Pravaz, contenant le liquide précédemment préparé, au centre du plateau stigmatique et en la dirigeant suivant l'axe du pistil; un peu de liquide était poussé dans l'ovaire, le trou latéral permettant l'expulsion de l'air contenu dans l'organe et son remplacement par quelques gouttes du liquide.

On voit l'avantage que présente l'organe choisi pour ces expériences; on



Coupe transversale d'un pistil de *Papaver Rhœas*, effectuée 7 jours après la pénétration du liquide larvaire entre les deux lames placentaires inférieures; celles-ci se sont considérablement hypertrophiées, les autres restant normales. (Gross. : 12 fois.)

ne lèse par les manipulations que des tissus accessoires et les lames placentaires sur lesquelles on veut étudier l'action du liquide restent indemnes de tout traumatisme direct. Ajoutons qu'avant et après le traitement qui vient d'être indiqué les pistils étaient mis à l'abri de l'attaque possible de l'*Aulax Papaveris* à l'aide d'un sac de mousseline très fine.

Au bout de quelques jours j'observais à l'intérieur de tous les pistils ainsi traités un nombre variable de placentas fortement hypertrophiés,

arrivant à se toucher et présentant une similitude d'aspect et de structure tout à fait remarquable avec ceux qui sont déformés par les larves; la différence essentielle entre les deux productions réside en ce qu'on n'observe pas, après l'action du liquide, de transformations graduelles, semblables à celles qui sont réalisées à partir de la région où se tient la larve et correspondant, en particulier, à la différenciation du tissu nourricier; on peut supposer que cela est dû à ce que le liquide a agi d'une manière homogène, pénétrant rapidement par toute la surface des placentas mouillés par lui et que, d'autre part, il n'a pas été renouvelé.

La figure ci-jointe me dispensera de toute description plus détaillée; on y voit, à côté de placentas non transformés, deux lames placentaires très renflées, les seules qui, dans cet échantillon, se soient trouvées en contact avec le liquide introduit: elles étaient situées de part et d'autre du trou pratiqué latéralement.

J'ai obtenu des résultats analogues avec l'ovaire de *P. somniferum* qui n'est pas attaqué par l'*Aulax Papaveris*.

Il reste à déterminer quelle est la nature du corps qui agit dans les expériences que je viens de rapporter; je montrerai que plusieurs substances définies produisent des effets semblables; pour l'instant, je me borne à attirer l'attention sur le fait que l'hypertrophie réalisée dans une zoocécidie peut être obtenue artificiellement en dehors du parasite.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Parasitisme normal et microbiose.* Note (¹) de M. V. GALIPPE, présentée par M. Dastre.

Au cours de recherches sur le rôle joué par le *parasitisme normal*, dans le phénomène de maturation des fruits, j'ai été amené à faire un certain nombre d'observations sur l'action des *traumatismes* considérée comme favorisant le développement à l'intérieur de ces fruits, d'espèces microbiennes très diverses, de champignons microscopiques et, plus rarement, de levures.

La démonstration de cette action du traumatisme présente de grosses difficultés en raison précisément du *parasitisme normal*. En effet, on ne rencontre pour ainsi dire pas de fruit aparasitaire.

Mais il est un autre ordre de faits relatifs aux éléments vivants contenus dans ses

---

(1) Séance du 16 juillet 1917.

cellules et à leur évolution. Béchamp a donné le nom de *microzymas* à ces éléments vivants intracellulaires, nom que nous leur conserverons, sans nous préoccuper de rechercher, au moins pour l'instant, quels liens existent entre les *microzymas* de Béchamp, les vacuolides de R. Dubois et les mitochondries de Benda.

L'évolution des *microzymas* peut être provoquée par différents procédés. Elle a pour condition essentielle la destruction ou l'isolement des cellules faisant partie d'un tissu, par un moyen mécanique, ou en général la dissociation de cette cellule.

Ces *microzymas* acquièrent des formes nouvelles et aussi des propriétés différentes de celles qu'ils avaient dans les cellules normales. Certains d'entre eux sont susceptibles d'être cultivés.

D'une part, nous avions affaire au *parasitisme normal*, commun aux végétaux et aux animaux, et de l'autre, aux éléments vivants intra-cellulaires.

Pour différencier ces deux ordres de phénomènes, nous avons donné le nom de *microbiose* aux fonctions biologiques remplies par les éléments vivants intra-cellulaires.

Or le but de nos expériences était précisément de provoquer par des traumatismes des phénomènes de *microbiose*, en nous mettant, dans la mesure du possible, à l'abri du *parasitisme normal* sur l'action duquel ils ont également une action déterminante.

Pour réaliser nos expériences, nous nous sommes adressé à la pomme. C'est un des fruits qui se conservent le mieux et chez lequel l'action du *parasitisme normal* se fait le moins sentir.

J'ai seulement considéré comme positives les expériences dans lesquelles j'avais uniquement, par des procédés mécaniques, déterminé l'apparition de microrganismes dus à la *microbiose*, ainsi que celles dans lesquelles les phénomènes, imputables à celle-ci, avaient dès longtemps précédé la mise en activité du *parasitisme normal*. Après avoir pris les précautions antiseptiques les plus rigoureuses, une pression aussi énergique que possible était exercée sur un point limité du fruit. D'une façon générale, la durée de l'expérience ne doit pas dépasser 15 à 20 jours. Après ce délai, la partie contuse du fruit est ensemencée. Cette région a pris une coloration brunâtre; le tissu contus a une consistance semi-ligneuse et donne l'impression d'être nécrosé. La prise du tissu sain est effectuée, dans le point le plus éloigné de la région contuse, avec les mêmes précautions antiseptiques, traité par les mêmes méthodes et les mêmes procédés de culture. En m'en tenant aux conditions rigoureuses que je m'étais fixé, j'ai obtenu dans une proportion de 55 pour 100 des résultats conformes à l'idée théorique qui m'avait guidé. C'est surtout dans les cellules en voie de dissociation, ayant achevé leur rôle collectif et fonctionnant en quelque sorte *anarchiquement*, qu'il m'a été donné d'observer les *microzymas*.

Je ne tardai pas à me rendre compte que cette méthode d'attrition simple ne me permettait pas d'obtenir des lésions assez profondes et que des moyens mécaniques plus énergiques risquaient de compromettre l'intégrité du tégument externe du fruit. J'ai dû recourir à un autre procédé expérimental qui m'a donné d'excellents résultats. Après avoir choisi des fruits sains et pris les précautions antiseptiques d'usage, à l'aide d'une spatule de platine portée au rouge vif, le tégument externe du fruit est carbonisé sur un espace de 3^{mm} environ.

Par ce pertuis, on introduit dans la pomme l'extrémité effilée et ouverte d'une pipette stérilisée. La partie effilée de la pipette est brisée au niveau de l'ouverture pratiquée sur le fruit et le tout est recouvert d'une couche épaisse de paraffine, portée à une température supérieure à 100° C. On réalise ainsi les conditions d'une plaie par contusion et dilacération des tissus, avec la présence dans ceux-ci du corps étranger vulnérant. Dans une proportion de 67 pour 100, cette seconde série d'expériences m'a donné des résultats conformes à ceux que j'attendais.

La gelure produit les mêmes effets sur les végétaux que les traumatismes.

Le *parasitisme normal* et la *microbiose* nous paraissent constituer une loi générale pour tous les êtres vivants. Tous les tissus doivent donc renfermer des microzymas et le tissu musculaire ne fait pas exception.

En présence du caractère général de l'action du traumatisme comme agent provocateur de la *microbiose*, j'ai pensé que certaines particularités des plaies de guerre et en particulier de celles affectant le tissu musculaire pourraient rentrer dans le cadre général de mes expériences et être susceptibles de la même interprétation.

L'observation clinique montre que les choses doivent se passer dans le tissu musculaire contus, dilacéré, comme dans mes expériences sur les tissus végétaux. Le traumatisme provoque des phénomènes de *microbiose* auxquels s'ajoutent ceux produits par le *parasitisme normal*. Sans nier l'intervention des germes infectieux venus du dehors, nous pensons qu'ils ne jouent qu'un rôle secondaire, vis-à-vis de ceux qui se développent dans le tissu musculaire contus, en voie de mortification. Il en résulte qu'un projectile absolument aseptique peut, uniquement par son action mécanique, déterminer des accidents infectieux.

Les données expérimentales confirment donc celles fournies par la clinique.

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur le choc traumatique.*
Note (¹) de M. **William Townsend Porter**, transmise par M. d'Arsonval.

I. *L'embolie graisseuse est la cause la plus fréquente du choc.* — On sait : (*a*) que les blessures le plus souvent suivies de choc sont les fractures des gros os (spécialement du fémur) ainsi que les blessures multiples intéressant le tissu adipeux sous-cutané; (*b*) qu'après de pareilles blessures on peut constater la présence de globules de graisse dans les veines et des

(¹) Séance du 9 juillet 1917.

embolies graisseuses dans d'autres organes; (*c*) que l'injection intraveineuse d'huile d'olive chez le chat ou le lapin produit l'embolie graisseuse du cerveau, des poumons, etc.

En janvier 1917 j'ai ajouté à ces constatations antérieures la preuve que l'embolie graisseuse est une cause de choc.

Une injection de $3^{cm^3},5$ à 4^{cm^3} d'huile d'olive neutre, faite dans la veine jugulaire d'un chat pesant de 2^{kg} à $2^{kg},5$, est suivie d'un abaissement progressif de la tension artérielle, qui tombe même à 40^{mm} de mercure, ainsi que de tous les autres symptômes de choc, notamment la perte de connaissance (apparente), la respiration accélérée, le pouls faible et plus fréquent.

Au mois de juin j'étais à 300^{m} de la crête du mont Blond sur le massif de Moronvilliers, lorsqu'il fut enlevé par les Français. Là, pendant trois jours et trois nuits, et ensuite pendant les cinq jours qui suivirent et que j'ai passés dans une ambulance de triage, j'ai vu plus de 1000 blessés.

A part quelques cas abdominaux vraisemblablement de lésion directe des nerfs vaso-moteurs des vaisseaux abdominaux, tous les autres cas de choc étaient occasionnés par des fractures du fémur et par des blessures multiples des tissus sous-cutanés, cas dans lesquels l'embolie graisseuse a certainement eu lieu.

II. *La respiration accélérée au moyen d'inhalations d'anhydride carbonique est un remède des plus utiles contre le choc.* — En effet, on sait que, dans le choc, le sang s'accumule dans les veines abdominales, d'où il résulte qu'un traitement logique du choc exige que le sang soit dirigé, du système portal anormalement congestionné, dans les artères.

En avril 1917 j'ai démontré que, chez des chats chez lesquels le choc avait été produit par embolie graisseuse, l'inhalation d'anhydride carbonique détermine des augmentations de la pression diastolique artérielle de 15^{mm} à 30^{mm} de mercure. Ainsi la pression s'est élevée de 50^{mm} à 65^{mm} et même à 80^{mm}. L'animal avait été placé dans une position inclinée, le cœur étant plus bas que les veines abdominales. L'inhalation d'anhydride carbonique a considérablement accéléré le fonctionnement du diaphragme et des autres muscles respiratoires. Ce phénomène fut suivi d'un accroissement d'aspiration du thorax d'où il résulta que le sang fut pompé du système portal dans le cœur.

Je suis resté du 23 au 30 juin dans une ambulance de triage près du Chemin des Dames. Parmi les observations que j'y ai faites, je choisis

les exemples suivants qui montrent la valeur du traitement respiratoire du choc :

Cas I. — Le 25 juin, 7^h. Amputation des deux jambes. Tension diastolique, 51^{mm}. Après qu'une inhalation d'anhydride carbonique a fait doubler la quantité d'air entrant dans les poumons, la tension diastolique s'est élevée à 60^{mm}. A 11^h le blessé est hors de danger.

Cas II. — Le 26 juin, $8^h 25^m$. Deux plaies profondes dans le dos, multiples blessures en d'autres endroits. Tension diastolique, 53^{mm}. La mise en position inclinée et l'injection de sérum chaud dans les veines font monter la tension à 70^{mm}. Opération à $10^h 15^m$, qui dure 15 minutes. $10^h 30^m$: tension diastolique, 52^{mm}. Une injection d'adrénaline la ramène, pour quelques instants seulement, à 57^{mm}. A $11^h 15^m$, la respiration est augmentée grâce à l'inhalation d'anhydride carbonique. $11^h 20^m$: tension diastolique, 60^{mm}. $11^h 25^m$: la respiration d'anhydride carbonique étant interrompue, la tension retombe à 53^{mm}. A $11^h 35^m$, le gaz étant de nouveau employé, la tension remonte à 61^{mm}. Le patient est sauvé.

Cas III. — 29 juin, 6^h. Jambe droite écrasée, beaucoup de petites blessures traversant le tissu adipeux sous-cutané. Tension diastolique, 47^{mm}. Une injection intraveineuse (dans le bras) de sérum n'élève pas la tension. Injection sous-cutanée d'éther sans effet. Une augmentation de la respiration au moyen d'inhalation d'anhydride carbonique amène immédiatement une augmentation de la tension. Le pouls, à peine perceptible au poignet, devient nettement plus vigoureux. A $11^h 30^m$, on continue l'inhalation de CO^2 pendant qu'on ampute la jambe et panse les autres blessures. Pas de reactions défavorables, bien qu'il soit à peu près certain que, dans des conditions ordinaires, c'est-à-dire sans respiration d'anhydride carbonique, l'opération aurait eu presque certainement une issue fatale.

L'accroissement de la respiration par l'administration d'anhydride carbonique est par conséquent du plus grand avantage dans les cas de choc. C'est le seul moyen connu jusqu'à présent de relever la tension artérielle dans les cas de choc profond.

La tête du blessé doit être placée dans une caisse en bois d'une hauteur, largeur et longueur d'environ 35^{cm} chaque. Le côté de l'entrée de la tête est divisé en deux parties. La partie inférieure est fixe et possède une ouverture demi-circulaire pour la face postérieure du cou. La partie supérieure est mobile; elle a une ouverture demi-circulaire pour le devant du cou. Cette partie se rabat sur le cou comme une guillotine. On place du coton entre les bords de l'ouverture et le cou.

Il y a un trou de 2^{cm} de diamètre des deux côtés de la boîte; ces trous peuvent être remplis de coton pour régler la quantité d'anhydride carbonique et d'air. L'anhydride carbonique entre par un de ces trous. Il sort d'un cylindre muni d'une soupape régulatrice.

En chemin il doit bouillonner à travers un vase à demi plein d'eau. Le volume de gaz employé peut se mesurer avec suffisamment d'exactitude en comptant le nombre de bulles par minute. Il faut employer une quantité de gaz suffisante pour que la respiration soit le double de ce qu'elle était. Le malade doit être placé dans une position inclinée, les pieds de 30^{cm} plus élevés que la tête. Il faut attacher la plus grande importance à n'interrompre que très progressivement l'inhalation d'anhydride carbonique. Il serait certainement avantageux de se servir de ces inhalations durant les opérations comme dans le cas III ci-dessus cité.

L'inhalation d'anhydride carbonique peut être administrée sans autre appareil que la boîte ci-dessus décrite. Dans ce cas le malade respire l'acide carbonique qu'il produit lui-même.

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances d'avril 1917 (*suite*).

Notice sur l'horizon gyroscopique Fleuriais, modèle de MM. Ponthus et Therrode, par L. Favé. Extrait des *Annales hydrographiques*, 1904. Paris, Imprimerie nationale, 1904; 1 fasc. in-8°.

Service hydrographique de la Marine. *Règlements des concours de chronomètres, compteurs, montres de torpilleurs et montres no-magnétiques.* Extrait des *Annales hydrographiques*, 1906. Paris, Imprimerie nationale, 1906; 1 fasc. in-8°.

Recherches sur les instruments et les méthodes propres à la détermination du point en ballon, par L. Favé. Extrait des *Comptes rendus et mémoires du IIIe Congrès international d'aéronautique à Milan.* Poissy, Lejay et Lemoro, 1907; 1 fasc. in-8°.

Marégraphe plongeur. Appareil enregistrant les marées sur les côtes et au large, par L. Favé. Extrait des *Annales hydrographiques*, 1908-1909-1910. Paris, Imprimerie nationale, 1910; 1 fasc. in-8°.

Le point sans l'horizon de la mer. Horizon gyroscopique de l'amiral Fleuriais, modèle de MM. Ponthus et Therrode, par L. Favé. Paris, Chapelot, 1910; 1 fasc. in-8°.

Les problèmes des marées. Le marégraphe plongeur, par L. Favé. Extrait de la *Revue générale des sciences*, 15 février 1913. Paris, Armand Colin, 1913; 1 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JUILLET 1917.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** lit la Note suivante de M. P. Vuillemin annonçant à l'Académie le décès de M. *Grand'Eury* :

Un nouveau deuil vient de frapper l'Académie des Sciences en la personne du doyen de ses Correspondants de la Section de Botanique.

Fr.-Cyrille Grand'Eury, né à Houdreville (Meurthe) le 9 mars 1839, s'est éteint à Malzéville le 22 juillet 1917.

Élu Correspondant pour la Section de Botanique le 2 mars 1885, Grand'Eury, fils de ses œuvres, s'était imposé à l'attention du monde scientifique en déterminant, d'après les empreintes végétales, la valeur productive des formations carbonifères.

Partant de l'observation méticuleuse des débris fossiles sur le terrain, ses recherches ont été étendues du bassin houiller de Saint-Étienne aux gisements disséminés en diverses contrées de l'Europe et de l'Afrique. Conduites avec autant de perspicacité que de méthode, elles ont fourni des résultats définitifs, féconds en applications pratiques, précieux surtout par les horizons qu'ils ont dégagés dans le domaine de la Géologie et de la Botanique.

Indifférent aux théories d'écoles, sachant qu'il n'y a pas de vérités contre la vérité, il exposait avec une parfaite sérénité les faits que d'autres pourraient exploiter contre ses propres convictions.

Reconstitution des plantes dont les fragments épars avaient été rangés dans des groupes distincts, évocation des sols et des forêts fossiles, de la végétation passée dont il précise l'allure et les conditions biologiques comme si elle avait vécu sous ses yeux, établissement d'une échelle chrono-

logique des couches carbonifères d'après l'ordre de succession des flores, démonstration de l'existence des Ptéridospermées reliant les Phanérogames aux Cryptogames, tels sont, entre autres, les fruits du labeur incessant que Grand'Eury n'abandonna qu'avec la vie.

En 1912, Grand'Eury commençait la publication des *Recherches géo-botaniques* qui devaient être la magistrale synthèse de son œuvre. Le collaborateur rêvé pour mener à bonne fin cette lourde entreprise l'a précédé dans la tombe. La mort de son fils unique, Maurice Grand'Eury, tombé au champ d'honneur, assombrit ses dernières années, sans briser son énergie.

Le plan d'ensemble est tracé dans les premiers fascicules. Espérons que les notes et pièces justificatives laissées par notre regretté Confrère permettront l'achèvement de ce monument élevé à la gloire de la Science française et à la mémoire d'un de ses meilleurs serviteurs.

PHYSIQUE. — *Sur la propagation à grande distance de l'onde de bouche du canon.* (Résumé.) Note de M. G. **Bigourdan.**

On soutient parfois que l'onde de bouche du canon ne s'entend pas à plus de 20^{km} ou 30^{km}; et ce serait l'onde balistique, produite par des projectiles ayant une vitesse supérieure à celle du son, qui seule atteindrait à de grandes distances, 250^{km} par exemple.

Des observations faites sur des tirs à blanc, sans projectile (et où par suite il ne peut y avoir d'onde balistique), sont opposées à cette opinion relative à l'onde de bouche.

Parmi ces observations, rappelons d'abord celles qui ont été faites à diverses époques pour déterminer la vitesse du son dans l'atmosphère :

1° Dans celles de l'Académie des Sciences [1] en 1736, entre Montmartre et Montlhéry d'un côté, Montmartre et Dampmartin de l'autre, des canons de 12 et même de 8 livres de balle sont entendus à 28^{km} et 31^{km}. L'inclinaison et l'orientation du canon paraissent sans influence. En outre, l'explosion d'une « boîte » d'artillerie, chargée de demi-livre de poudre, est entendue aussi à 28^{km}.

2° En Italie, Bianconi (1740) entend de même à plus de 50^{km}.

---

[1] *Mém. Acad.*, 1738, H. 1 et M. 128.

3° A Cayenne ([1]), La Condamine (1744) entend et observe le bruit d'un canon de 12 livres de balle tiré à 40^{km}.

4° Dans les expériences du Bureau des Longitudes ([2]) (1822), entre Villejuif et Montlhéry, des canons chargés de 1^{kg} de poudre sont constamment entendus à plus de 18^{km}.

Pour conclure de là respectivement pour les charges et pour les distances d'aujourd'hui nous manquons de beaucoup de données. Ainsi il est possible que l'obus exerce une influence sur l'onde de bouche et l'atténue; mais ce n'est pas dans une forte proportion, comme du simple au double. La suppression de la flamme, souvent pratiquée aujourd'hui, peut aussi avoir quelque influence.

D'autre part, nous ne connaissons pas comment varie la distance maxima d'audition quand la charge augmente; admettons en première approximation qu'elle varie comme le carré de la charge. Or les fortes charges employées maintenant atteignent plus de 100 fois celles des expériences anciennes qui viennent d'être rappelées. Aussi paraît-il certain que l'onde de bouche des gros canons d'aujourd'hui peut atteindre de 200^{km} à 250^{km}.

Cette conclusion se trouve confirmée par des tirs plus récents, exécutés, par exemple, à l'occasion des revues, et par suite avec des charges réduites, d'après les règlements. Ainsi, lors de la revue navale anglaise de Spithead, le 17 juillet 1867, la canonnade fut entendue en plusieurs endroits de l'Angleterre éloignés de 170^{km} à 180^{km} du point de tir.

Il résulte de notre conclusion que les déterminations directes de la vitesse du son dans l'atmosphère libre pourraient être faites aujourd'hui sur des distances bien supérieures à celles d'autrefois. D'ailleurs on jouirait d'avantages que l'on n'avait pas alors : facilité d'entente entre observateurs (téléphone, etc.), — possibilité d'enregistrer les départs et les arrivées de l'onde, ainsi que les conditions atmosphériques tout le long de la route suivie par le son, etc.

([1]) *Mém. Acad.*, 1745, p. 488.

([2]) *Connaissance des Temps* de 1825, p. 336, ou ARAGO, *Œuvres*, t. XI, p. 1.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La trempe de l'acier.* Note [1] de M. **Henry Le Chatelier.**

Les récentes et très intéressantes expériences de MM. Portevin [2], Chevenard [3] et Dejean [4] donnent la démonstration expérimentale complète d'une ancienne théorie de la trempe proposée en 1895 par M. André Le Chatelier, ingénieur de la marine [5]. Dans la discussion d'un important travail de M. Charpy sur le même sujet, il disait :

La trempe a pour effet de maintenir le carbone à l'état où il se trouvait au-dessus de 700°, ... Mais les transformations du fer ne sont pas maintenues par la trempe, on en est tout au moins certain pour celle qui correspond à la disparition du magnétisme.... Cette transformation est caractérisée, comme toutes les transformations de l'acier, non seulement par un dégagement de chaleur au refroidissement, mais par des variations de volume.... Admettons que la trempe soit assez énergique pour abaisser cette température jusqu'à 300°. Au moment où se fera le retour à l'état magnétique il se produira la dilatation concomitante de cette transformation; mais cette dilatation pourra avoir une valeur différente de celle qu'elle a à 740° dans le cas du refroidissement lent, en raison des différences qui peuvent exister entre les coefficients de dilatation du fer à l'état magnétique et à l'état non magnétique.

J'ai, depuis, développé à plusieurs reprises la même théorie, en opposition avec celle d'Osmond, et je la donne tous les ans dans mon Cours de Métallurgie générale à l'École des Mines. Voici ce que je disais dans un article sur la trempe de l'acier publié en 1897 [6] :

La trempe empêche le dédoublement de la dissolution de ferrite et de cémentite au point de récalescence, mais elle permet dans cette dissolution le retour du fer à son état normalement stable à froid.

Plus récemment, dans un article sur la définition des constituants des aciers, je reprenais les mêmes idées [7] :

La martensite est une solution solide de carbone dans le fer, se distinguant de l'austénite en ce qu'elle est très magnétique, puisqu'elle est le constituant essentiel des

---

(1) Séance du 16 juillet 1917.
(2) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 885.
(3) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 59.
(4) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 182.
(5) *Bull. Soc. Encouragement*, 1895, p. 1340.
(6) *Revue gén. des Sciences*, t. 8, 1897, p. 18.
(7) *Revue de Métallurgie*, t. 5, 1908, p. 169.

aciers à aimants. La martensite peut être considérée comme une solution solide de carbone dans le fer α. C'est le produit normal de la trempe de tous les aciers à partir d'une température de 800° ou plus. Le refroidissement brusque empêche la solution austénitique de se dédoubler, mais ne réussit pas, en dehors de quelques cas exceptionnels, à empêcher le fer γ de revenir dans cette solution à l'état de fer α.

Comment donc une théorie, déjà vieille de plus de vingt ans, pouvait-elle encore demander de nouvelles recherches. La raison en est que l'on n'avait pas réussi à constater directement la réalité de la transformation du fer pendant la durée très courte de la trempe. La chute de température se fait à raison de plusieurs centaines de degrés par seconde et l'observation de phénomènes aussi rapides exige des procédés d'enregistrement particulièrement sensibles. J'avais essayé, sans succès, d'observer le moment de la réapparition des propriétés magnétiques pendant la trempe de barreaux de 15^{mm} de côté. Mais les inégalités de températures d'un point à l'autre de la masse dissimulaient le phénomène. M. Chevenard, en opérant sur des fils d'un diamètre 100 fois moindre et en utilisant pour caractériser la transformation du fer les changements de longueurs au lieu des variations du magnétisme, a levé des difficultés qui semblaient à première vue insurmontables et il l'a fait avec une précision extrême. Les mesures thermiques de MM. Portevin, Garvin et Dejean conduisent aux mêmes conclusions, quoique d'une façon moins nette.

On peut donc considérer la question de la nature de la *martensite* comme définitivement tranchée. Mais on rencontre dans certains aciers trempés un autre constituant, la *troostite*, au sujet de laquelle quelques doutes subsistent encore. Elle se produit pour les vitesses moyennes de trempe, par exemple dans les gros échantillons d'acier dont la vitesse de refroidissement est d'autant plus lente qu'ils sont plus volumineux. Au point de vue chimique, cette troostite est certainement un mélange de cémentite et de ferrite en grains très fins. Toutes les mesures des propriétés physiques ont montré qu'il y avait à ce point de vue identité entre la perlite et la troostite. Les propriétés mécaniques seules diffèrent et le font considérablement. Les aciers à outils trempés, puis revenus à 300°, qui sont formés de troostite, ont une dureté infiniment plus grande que les mêmes aciers complètement recuits, qui sont formés de perlite; mais leur densité, leur conductibilité électrique, etc., sont identiques.

Je rappellerai la théorie que je défends au sujet des conditions de formation de la troostite, théorie qui manque encore d'une base expérimentale certaine. Le dédoublement direct de l'austénite en cémentite et ferrite

donnerait toujours ces deux corps à l'état lamellaire et leur juxtaposition constituerait soit la perlite lamellaire, discernable au microscope, soit la perlite submicroscopique. Le dédoublement de la martensite donnerait au contraire la troostite ou, par un revenu ultérieur à plus haute température, la sorbite granulaire d'Osmond. Si cette théorie est exacte, toutes les fois qu'on trouve dans un acier de la troostite, le métal a dû passer antérieurement par l'état martensitique. C'est là un point qui semble accessible à l'expérience.

En résumé, l'action d'un refroidissement plus ou moins rapide sur un acide eutectoïde, c'est-à-dire à 0,8 pour 100 de carbone, donnerait lieu aux changements d'états suivants :

Vitesse.	État initial.	Transformations.	État final.
Faible....	austénite	austénite, perlite	perlite
Moyenne..	id.	austénite, martensite, troostite	troostite
Grande...	id.	austénite, martensite	martensite
Énorme...	id.	néant	austénite

Le dernier cas, purement théorique, ne peut être pratiquement réalisé qu'en présence de 2 pour 100 de manganèse ou d'une proportion un peu plus forte de nickel.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *Sur les altérations du pain biscuité.* Note de M. BALLAND.

Le pain biscuité en usage dans l'armée est obtenu avec les mêmes farines que le pain de munition ordinaire; mais la cuisson, dans un four moins chaud, est plus prolongée. Il en résulte que le pain, dans son ensemble, est moins hydraté que le pain de munition et présente une croûte plus épaisse, par suite plus résistante aux influences des agents extérieurs. Préparé suivant les instructions ministérielles, avec de bons levains de pâte, il peut se conserver sans altérations pendant 15 à 20 jours.

Depuis les chaleurs de l'été, des pains ayant beaucoup moins d'ancienneté sont arrivés sur le front des armées avec des moisissures intérieures qui les rendaient impropres à la consommation. Ces moisissures à duvet plus ou moins blanc, bleu, jaune ou vert sont dues à des cryptogames (*Aspergillus favus*, *Mucor mucedo*, *Penicillium glaucum*, etc.) localisés dans les enveloppes des céréales.

Ces organismes, qui résistent à une température de 115° à 120°, sont

encore actifs dans la mie dont la température au four n'atteint que 100° à 101°, mais non dans la croûte qui subit une température beaucoup plus élevée.

Les altérations signalées se rattachent au taux de blutage à 85 pour 100 prescrit dernièrement, taux qui est en réalité de 88 à 90 pour 100, par suite des graines étrangères et des débris de toute nature qu'on trouve dans les blés actuels livrés aux meuniers.

En attendant le retour définitif, pour l'armée comme pour la population civile, du pain de ménage à 75 pour 100, sur lequel j'attirais l'attention de l'Académie en 1895, et plus récemment dans les premiers mois de 1914, il conviendrait de s'en tenir aux prescriptions suivantes de l'Arrêté du Comité de Salut public, en date du 10 décembre 1794 :

« Les grains destinés à être réduits en farine seront livrés, aux meuniers, *criblés* et *nettoyés*.

» Il sera extrait du quintal de froment, en toute farine, 80 livres; du quintal d'orge, 74 livres, et du quintal de seigle, 72 livres. »

M. Y. **Delage** fait hommage à l'Académie du Tome XX (1915) de l'*Année biologique*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Observation des orages de 1916 *dans les départements de la Gironde et partie de la Dordogne. Expérience des paragrêles électriques*. Rapport de M. F. Courty. (Présenté par M. J. Violle.)

M. D. **Bois** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations sur l'éclipse de Lune du 4 juillet 1917.* Note [1] de M. **Albert Nodon**, transmise par M. Wolf.

Nous avons observé l'éclipse totale de Lune du 4 juillet 1917 à Bordeaux. Cette observation a été faite alternativement à l'aide d'une lunette à fort grossissement et d'une seconde lunette à faible grossissement, qui nous ont permis d'étudier à volonté une partie déterminée de la surface solaire ou le disque dans son entier. Le phénomène, qui s'est développé dans un ciel très pur, nous a permis de noter des faits intéressants qui paraissent confirmer ceux que nous avions déjà énoncés, en mai 1912, au Congrès lunaire de Barcelone. Ces faits sont relatifs à la probabilité d'une luminosité propre à la Lune elle-même. Nos observations antérieures n'avaient porté que sur l'étude de la lumière cendrée, et nous n'avions encore pu les contrôler lors d'une éclipse totale. Or nous avons pu observer, pendant la dernière éclipse, que la coloration rougeâtre de la surface lunaire pendant la totalité présentait une luminosité sensiblement plus grande sur le pourtour de l'astre qu'au centre, et que cette luminosité décroissait régulièrement des bords vers le milieu. Le tracé des principaux accidents de la surface lunaire était resté parfaitement visible pendant la durée de l'éclipse.

Afin de nous rendre compte de l'effet d'éclairement relatif qui peut être communiqué à une surface sphérique faiblement éclairée, nous avons disposé une sphère en laiton de 10^{cm} de diamètre dans une chambre noire dont un seul côté était ouvert, afin d'éviter tout effet de réflexion latérale sur la sphère, et nous avons éclairé celle-ci avec une source lumineuse dont l'éclat pouvait varier à volonté. Nous avons constaté, de cette façon, que l'hémisphère éclairé présentait une luminosité décroissante du centre aux bords, c'est-à-dire que l'effet était inverse de celui que présentait la surface lunaire éclipsée et la lumière cendrée de la nouvelle lune. D'autre part, on observe qu'une sphère uniformément recouverte d'une substance légèrement phosphorescente, telle que celle des cadrans lumineux, présente, dans l'obscurité, une luminosité croissante du centre vers les bords, et que le pourtour de la sphère présente un éclat sensiblement plus grand que le centre. Ce fait s'explique, du reste, par l'action additive des radiations lumineuses sous une incidence rasante, telles qu'on les observe sur le pour-

[1] Séance du 23 juillet 1917.

tour de la sphère. Il semblerait donc résulter des diverses observations précédentes que la surface lunaire possède un éclat qui lui serait propre, celui-ci pouvant provenir de substances douées d'une phosphorescence propre ou bien induite sous l'action des radiations solaires. Cette luminosité de la Lune, dont l'éclat pourrait varier d'une époque à l'autre, donnerait une explication satisfaisante des divers phénomènes observés pendant les éclipses lunaires et pendant la nouvelle lune; les effets lumineux propres à l'astre étant susceptibles de s'ajouter à ceux qui peuvent être dus au faible éclairement provoqué par la lumière réfléchie par la Terre pendant la nouvelle lune ou réfractée par son atmosphère pendant une éclipse.

Nous nous proposons d'entreprendre une étude spectroscopique de la lumière lunaire, afin d'y rechercher la présence éventuelle de bandes spectrales correspondant aux diverses formes de phosphorescence et de fluorescence connues.

ASTROPHYSIQUE. — *L'histoire physique et balistique des volcans lunaires.* Note de M. **Émile Belot**, présentée par M. P. Puiseux.

On peut mettre à profit les belles études de M. Puiseux sur la Lune et les notions de volcanisme naturel et expérimental développées dans deux Notes antérieures (1916, t. 162, p. 639; t. 163, p. 155), pour élucider l'origine des cirques lunaires.

Deux faits militent en faveur de l'origine volcanique des cirques : les cordons saillants, visibles à l'intérieur de quelques cirques dans le prolongement de cordons extérieurs, montrent que la crête circulaire a été surimposée au relief primitif. Les traînées extérieures, de Tycho ne peuvent avoir été transportées par le vent parce que les vents n'ont pas dû avoir d'action appréciable dans l'atmosphère très raréfiée de la Lune et que d'autre part l'expérience terrestre nous apprend que jamais les vents ne gardent une trajectoire rectiligne sur un parcours de 2000^{km}. Les traînées rectilignes et radiales de Tycho doivent donc résulter d'une émission directe du volcan.

Pour que le volcanisme puisse édifier un cirque dont le diamètre peut aller à 150^{km}, la première condition est qu'il dure longtemps au même point. Sur la Lune dont la surface a une densité 2, la profondeur à laquelle on trouve la pression de 194^{atm} (pression critique de l'eau) est de $5^{km},8$, tandis que sur la Terre cette profondeur n'est que $0^{km},7$. Le volcanisme

durera sur la Lune tant que la température critique de l'eau (364°) existera à une profondeur moindre que $5^{km},8$, c'est-à-dire beaucoup plus longtemps que sur la Terre après le début de la solidification de l'écorce. Cette profondeur et la faible cohésion du sol lunaire assurent aussi aux cheminées volcaniques un plus grand diamètre que sur la Terre.

Après le déluge austral sur la Lune défini dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 997) son atmosphère devait être très raréfiée.

Soient X, H la portée et la hauteur du sommet de la trajectoire dans le vide d'un projectile lancé avec la vitesse V_0 dans une direction faisant l'angle α avec la verticale, on a

$$(1) \qquad X = \frac{V_0^2}{g} \sin 2\alpha = 4 H \tang \alpha \qquad (g_{\text{Terre}} = 6 g_{\text{Lune}}).$$

Avec $V_0 = 500^m$ et $\alpha = 15°$, la portée d'un projectile terrestre, ayant un aussi mauvais coefficient balistique qu'une bombe volcanique, n'excéderait pas 4^{km}. Avec les mêmes données sur la Lune, on aura par les formules (1)

$$X = 75^{km}, \qquad H = 70^{km}.$$

Ainsi de telles projections volcaniques pourront édifier un cirque de 150^{km} de diamètre en ayant leurs trajectoires presque entières hors de l'atmosphère.

Avec $V_0 = 2^{km}$ et $\alpha = 15°$, la portée sera de 1200^{km} d'après (1). Mais, en fait, la portée sera plus grande : car les formules (1) ne s'appliquent plus parce que V_0 approche de la valeur qui assure la vitesse horizontale $1^{km},67$ d'un satellite rasant la Lune sans jamais y retomber; ainsi s'expliquent les traînées rectilignes radiales de Tycho.

Sur la Terre les masses énormes de vapeur d'eau rejetées par les volcans sont entraînées au loin par les vents sans retomber sur le cratère : sur la Lune, au contraire, l'absence de vent et d'atmosphère ainsi que le froid d'une longue nuit condenseront toujours l'eau dans les limites d'un cirque immense, ou sur sa crête. Le pilonnage du sol par les projections volcaniques donnera à la surface interne du cirque cette apparence unie qui dissimule l'érosion, tandis que l'eau entraînera les matériaux érodés vers la cheminée centrale qui les reprendra dans son action volcanique. Ainsi la crête C se formera aux dépens du sol primitif creusé de B en B'. Deux cas pourront alors se présenter :

1° La cheminée centrale ne peut résister à l'érosion convergente, elle

s'écroule et disparaît sous l'épaisseur des sédiments : le fond est parfaitement uni (Platon).

2° La cheminée centrale avec ses multiples orifices, étant tapissée de tuf siliceux comme dans les geysers ou ayant été remplie de lave, résiste à l'érosion et laisse en saillie un ou plusieurs pitons centraux (Théophile). La charge due à la crête montagneuse C aura d'ailleurs le plus souvent pour effet de faire fléchir en B″ le fond du cirque comme dans tous les phéno-

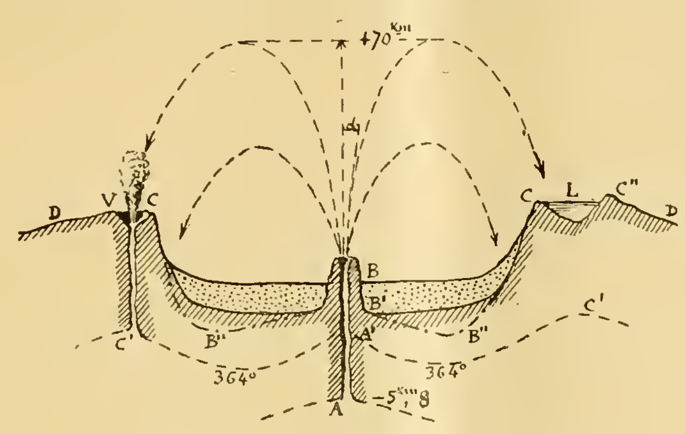


Schéma de l'édification d'un cirque lunaire.

mènes orogéniques. La surface isotherme de 364° dont le sommet était monté de A en A′ autour de la cheminée ne tardera pas, pour suivre la surface topographique, à présenter des sommets en C′ par où s'amorcera le volcanisme secondaire V souvent constaté au sommet de la crête.

Si un second paroxysme volcanique donne lieu à une seconde enceinte, en général à l'intérieur de la première (pour la clarté du dessin elle a été figurée en C″) un lac L surélevé pourra s'établir entre C et C″, comme le lac Titicaca est suspendu à près de 3000^{m} entre deux cordillères. Que la crête interne vienne à céder, et un immense torrent s'élancera dans la direction du centre. Ainsi peut s'expliquer le sillon profond qui part d'une brèche de Petavius (cirque à double enceinte) pour atteindre le centre. Le lac ayant donné lieu à la brèche de Petavius paraît avoir eu la dimension du lac de Genève. Appliquons à Théophile (cirque de 100^{km} de diamètre) les données précédentes en admettant que sa crête circulaire ait 20^{km} de largeur et que sa profondeur soit de 5500^{m}. En égalant l'excavation de hauteur BB′ au volume de la crête au-dessus de B, on trouve BB′ = 3800^{m}. En réalité, le

piton central ne dépasse pas 2000^{m}, le reste (1800^{m}) ayant été détruit soit par le pilonnage érosif, soit par un tremblement de Lune.

La couleur sombre du fond des cirques s'explique puisqu'il est formé par des roches de profondeur.

En résumé, la théorie précédente rend compte de toutes ces particularités des cirques lunaires où le volcanisme agit comme dans nos expériences de volcanisme de laboratoire : nous avons d'ailleurs pu reproduire le phénomène des pitons centraux chaque fois qu'une masse, ne pouvant être entamée ou projetée par l'action volcanique, est au centre du cratère expérimental.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la carburation du fer par es cyanures et cyanates alcalins.* Note [1] de M. **Portevin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

On emploie, pour la cémentation superficielle du fer et de l'acier, les cyanures et les ferrocyanures alcalins, soit purs, soit mélangés d'autres substances, cette opération s'effectuant soit par immersion des pièces à cémenter dans les sels fondus, soit en incorporant ces sels dans des mélanges formant vernis dont on enduit la surface des pièces. Dans tous les cas, les cyanures sont chauffés à des températures de 800° à 900° en présence de l'air; on sait que, dans ces conditions, il y a oxydation avec formation de cyanates; en réalité, on a donc affaire à un mélange contenant au moins un cyanure et un cyanate.

Il devenait intéressant de voir l'influence que pouvait exercer la présence de cyanate dans la carburation du fer par les cyanures. Or, dans une Note précédente [2], nous avons montré que le cyanate de potassium chauffé entre 750° et 900° se décomposait avec formation de cyanure. Nous avons profité des études faites sur les variations de composition par chauffage de mélanges en proportions variables de cyanure et de cyanate de potassium pour examiner en même temps l'action carburante produite sur le fer.

Le fer était introduit dans ces mélanges sous forme de petits écheveaux de fil de clavecin (0,03 — 0,08 pour 100 C; 0,41 pour 100 Mn) pesant 5^{g} à 6^{g}; le poids du mélange salin étant en moyenne de 50^{g} à 60^{g}. Les matières premières initiales

---

[1] Séance du 23 juillet 1917.

[2] *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 308.

employées étaient le cyanure et le cyanate de potassium fournis comme purs par le commerce; ils contenaient :

	KCy pour 100.	KOCy pour 100.
Cyanure de potassium........	98,94	0,48 à 0,14
Cyanate de potassium.........	0	93,40

Les autres détails expérimentaux sont donnés dans la Note précitée.

Les résultats principaux peuvent se résumer de la façon suivante :

Proportion de cyanure de potassium introduit dans le mélange initial.	Teneur finale en KCy par analyse.	Température de chauffage.	Durée de chauffage.	Teneur finale en carbone du fer.
pour 100	pour 100	degrés	heures	C pour 100
100...........	96,32	750	2	0,12
0...........	33,66			0,71
100...........	96,80	750	4	0,20
100...........	96,22			0,27
75...........	72,77			1,51
50...........	60,06			2,19
0...........	40,20			0,79
100...........	96,63	900	2	0,49
0...........	53,09			0,74
100...........	97,45	900	4	0,25
100...........	96,72			0,33
100...........	93,23			0,46
75...........	83,57			1,12
75...........	82,90			0,89
50...........	70,26			0,86
25...........	68,68			0,72
25...........	59,81			0,73
0...........	48,91			0,90
0...........	47,68			0,70

Quelle que soit la variation de la teneur en cyanure de potassium au cours de l'opération de chauffage, on voit nettement, aussi bien à 750° qu'à 900°, que la carburation la plus forte n'est pas obtenue avec les teneurs les plus élevées en cyanure et que l'addition d'une certaine quantité de cyanate accroît considérablement le pouvoir carburant du cyanure de potassium.

Les carburations obtenues en partant de cyanure seul sont très faibles (¹),

(¹) Charpy (*Comptes rendus*, t. 134, 1903, p. 1000), en cémentant à 650° de la limaille de fer par le cyanure de potassium, a obtenu des teneurs en carbone de 4,5 et de 6,7 pour 100, mais l'opération durait 48 et 86 heures.

le maximum de carburation a lieu pour les mélanges contenant environ de 25 à 40 pour 100 de KOCy. Ceci semble apporter un élément nouveau à l'examen du rôle des cyanures dans la carburation du fer, hypothèse qui a tenu une grande place dans la théorie de la cémentation industrielle et qui a eu comme point de départ les travaux de Caron; les cyanures, lorsqu'ils existent, agissant toujours pratiquement en présence d'oxygène ou de produits contenant de l'oxygène.

Cette constatation est à rapprocher du fait que beaucoup de mélanges employés pour la cémentation superficielle contiennent, outre le cyanure et le ferrocyanure de potassium, des sels oxydants tels que le bichromate et le nitrate de potassium.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la formation de la troostite et de la martensite.* Note (¹) de M. **P. Dejean**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

MM. Portevin et Garvin ont communiqué récemment (²) à l'Académie des résultats en beaucoup de points analogues à ceux auxquels nous étions arrivé nous-même par des méthodes bien différentes (³). Il ne sera peut-être pas sans intérêt de les résumer ici :

Le point de départ de nos recherches a été ce fait bien connu, que les points critiques de refroidissement d'un acier à outils rapides au tungstène varient considérablement lorsqu'on modifie la température initiale de refroidissement sans qu'il soit nécessaire d'en changer la vitesse.

Les courbes que nous donnons (*fig.* 1), relatives à un acier à 18 pour 100 de tungstène et 4 pour 100 de chrome, montrent nettement ces variations. Elles ont été obtenues par la méthode différentielle de Roberts-Austen au moyen du galvanomètre double Le Chatelier-Saladin. Lorsque la température initiale de refroidissement varie de 850° à 900°, on constate le développement progressif d'un premier point critique thermique qui évolue entre 800° et 700° (point A). Lorsque la température initiale dépasse 900°, un second point (point B) commence à apparaître un peu au-dessus de 400°.

(¹) Séance du 16 juillet 1917.

(²) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 885.

(³) Ce travail a été exécuté au laboratoire des établissements Schneider.

enfin pour une température initiale de 980°, le point A a complètement disparu.

Cette succession de phénomènes n'est pas spéciale aux aciers rapides. Nous avons réussi à la mettre en évidence, en modifiant convenablement

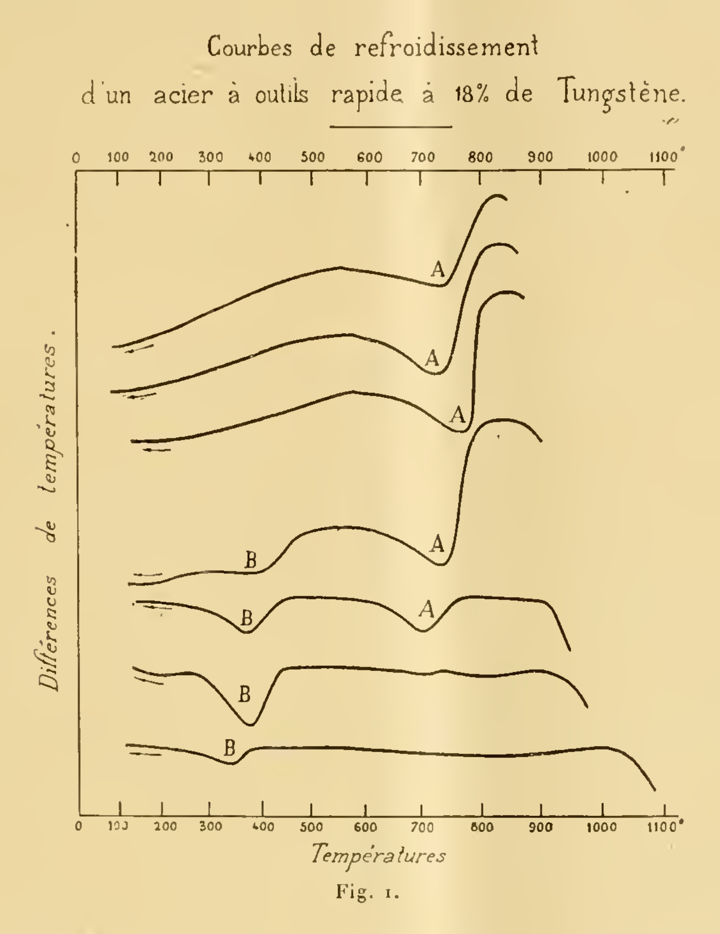


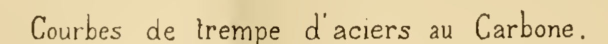
Fig. 1.

les températures de chauffage et les vitesses de refroidissement, dans un très grand nombre d'aciers, et tout particulièrement dans une classe dont l'importance industrielle est aujourd'hui considérable, celle des aciers dits *auto-trempants*.

L'étude micrographique de ces aciers montre que ceux qui ont manifesté le point A sont à perlite ou troostite; ceux qui ont donné le point B sont martensitiques, et ceux qui ont fourni à la fois le point A et le point B sont composés de troostite et de martensite.

Partant de là, il était intéressant de se demander si la formation de ces

constituants pouvait être mise en évidence de la même façon pendant la trempe des aciers au carbone. La méthode de Roberts-Austen étant difficilement applicable dans ce cas, nous avons alors employé notre relais d'induction [1] qui donne directement les vitesses de refroidissement. Les courbes vitesses-températures de la figure 2 ont été ainsi obtenues.



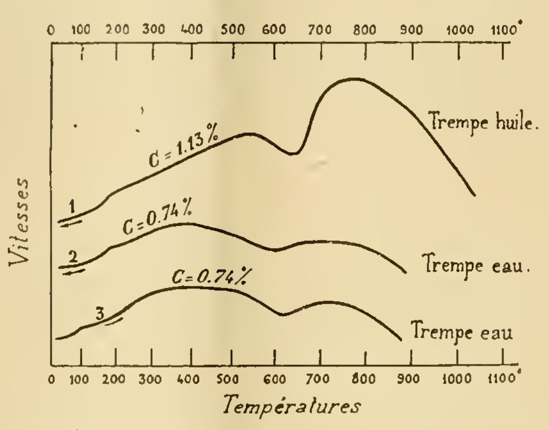


Fig. 2. — Courbe 1 : Échantillon sphérique $D = 30^{mm}$. Refroidissement $700^{\circ}-100^{\circ} = 2^{m}$.
Courbe 2 : » $D = 30^{mm}$. » $= 0^{m}20^{s}$.
Courbe 3 : » $D = 20^{mm}$. » $= 0^{m}12^{s}$.

L'échelle des ordonnées n'est pas la même pour la courbe 1 que pour les courbes 2 et 3.

Quoi qu'il en soit, tous ces échantillons sont formés au centre de troostite et de martensite. Ils possèdent entre 700° et 500° un point analogue au point A dont nous avons précédemment parlé, et à basse température (< 200°) un point qui n'est probablement pas sans relation avec le point B des aciers précédemment étudiés.

On peut tirer de ces essais les conclusions suivantes :

1° Il n'y a pas de discontinuité entre le point de formation de la perlite et celui de la troostite (point A). Les deux constituants sont donc vraisemblablement formés d'un agrégat de ferrite et de cémentite; mais tandis que la perlite renferme à peu près tout le carbone de l'acier, la troostite n'en renferme qu'une partie. Au-dessous du point A, le carbone, restant en solution dans le fer qui entoure la troostite, le maintient à l'état d'austénite jusqu'à une température où la solution austénitique elle-même ne pouvant

---

[1] *Revue de Métallurgie*, t. 2, 1905, p. 701.

plus exister se transforme à son tour (point B) pour donner la martensite.

2° Il y a une discontinuité très nette entre le point de formation de la martensite et celui de la troostite. La nature de ces deux constituants est donc essentiellement différente.

3° Pour supprimer complètement la formation de la troostite et obtenir de la martensite pure, avec une vitesse de refroidissement donnée, il faut dépasser le point critique de chauffage d'une quantité d'autant plus grande que la vitesse de refroidissement admise est plus faible. Tout se passe comme si en chauffant un acier au-dessus du point Ac_1 il subsistait encore des germes ou éléments de carbure non complètement détruits qui faciliteraient au refroidissement la mise hors solution du carbure à l'état de troostite.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide métaphosphorique sur les oxydes de molybdène.* Note [1] de M. **A. Colani**, présentée par M. A. Haller.

J'ai étudié comparativement l'action de l'acide métaphosphorique fondu sur les oxydes d'uranium, de molybdène et de tungstène, métaux que l'on considère souvent comme voisins, surtout à cause des analogies que peuvent présenter les trioxydes. J'ai déjà montré [2] que l'acide métaphosphorique au rouge, agissant sur le trioxyde UO^3, donne le métaphosphate uraneux $2P^2O^5, UO^2$ avec perte d'oxygène et qu'on obtient le même métaphosphate par l'action de cet acide sur le bioxyde UO^2. Je vais examiner dans cette Note ce qui se passe avec les oxydes de molybdène MoO^3 et MoO^2.

Oxyde MoO^3 :

L'acide molybdique anhydre se dissout assez facilement dans l'acide métaphosphorique fondu ; si l'on élève la température au-dessous du rouge sombre, au point où l'acide commence déjà à se volatiliser, on voit le liquide se colorer en vert, en même temps il y a un dégagement insensible d'oxygène. On peut mettre le phénomène en évidence soit en recueillant dans le vide le gaz dégagé (on opère alors dans une cornue de porcelaine), soit en dissolvant la masse dans l'eau après refroidissement et en titrant au permanganate son pouvoir réducteur. En élevant la température au rouge on observe une réduction plus sensible ; on finit alors par obtenir, la majeure partie de l'acide métaphosphorique s'évaporant, un verre vert insoluble dans l'eau et

(1) Séance du 16 juillet 1917.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. 12, 1907, p. 102, et *Thèse de doctorat*, Paris, 1907, p. 45.

les acides. Si l'on opère dans le vide, la volatilisation de l'acide est plus active et il se forme rapidement dans le col de la cornue un bouchon d'acide volatilisé qui arrête l'expérience. Il est donc impossible de savoir exactement quel est le terme de cette réduction toujours faible, mais qui se produit même dans un courant d'oxygène au creuset de Rose.

Pour ces expériences, je me suis servi d'acide molybdique purifié soigneusement par distillation de la chlorhydrine $MoO^3, 2HCl$, puis, après élimination de l'acide chlorhydrique, calciné dans un courant d'oxygène et refroidi dans le vide. Avec cet acide j'ai trouvé :

O *perdu pour* 100 MoO^3.

Mesuré au MnO^4K.				Mesuré en volume.
0,8	1,8	1,5	1,3 (¹)	1,2

La formation de l'oxyde hypothétique Mo^6O^{17} exigerait : perte de O calculée pour 100 MoO^3 : 1,8.

Oxyde MoO^2 :

Le bioxyde de molybdène anhydre, préparé et purifié suivant la méthode indiquée par M. Guichard (²), se dissout très péniblement dans l'acide métaphosphorique en grand excès. Il faut chauffer longtemps au rouge et à la fin assez fortement, mais ne pas pousser l'évaporation de l'acide jusqu'à l'obtention de verre insoluble. J'opère dans un creuset de Rose en or traversé par un rapide courant de gaz carbonique pour éviter toute action de l'air. Après refroidissement on reprend dans le gaz carbonique par de l'eau privée d'air; on a ainsi une poudre noirâtre inhomogène et une liqueur. La partie insoluble est traitée par l'acide nitrique qui dissout MoO^2 inattaqué; il reste une poudre jaune que l'analyse a montré être du métaphosphate de sesquioxyde (³), $3P^2O^5.Mo^2O^3$. En dosant, d'autre part, par le permanganate le pouvoir réducteur de la solution et le molybdène total qui s'y trouve, on constate qu'elle contient du molybdène correspondant à peu près à l'état d'oxydation, Mo^2O^5. Comme on peut toujours admettre que le métaphosphate $3P^2O^5, Mo^2O^3$ ne s'est pas entièrement précipité et qu'une partie, restée dissoute dans l'acide métaphorique, a passé en solution dans l'eau, il y a incertitude sur l'oxyde supérieur que donne MoO^2 en se scindant en deux et qui peut être aussi bien Mo^2O^5 que MoO^3, ou un oxyde intermédiaire.

On voit donc que le bioxyde ne donne pas ici de sel, mais qu'il se scinde

---

(¹) En chauffant dans un courant d'oxygène.

(²) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7ᵉ série, t. 23, 1901, p. 515, et *Thèse de doctorat*, Paris, 1900, p. 18.

(³) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 499.

en un oxyde inférieur Mo^2O^3 qui donne un métaphosphate et en un oxyde supérieur qui, dans les conditions de l'expérience, reste dissous dans l'acide métaphosphorique. Mes résultats viennent confirmer les idées de M. Guichard (¹) qui a été conduit à penser, à la suite de ses travaux et de ceux de Klason et de Bailhache, que le bioxyde de molybdène ne peut donner de sels.

Conclusions. — L'acide métaphosphorique au rouge agit sur l'oxyde MoO^3 en donnant une réduction faible, mais qui le rapproche pourtant jusqu'à un certain point de UO^3, bien qu'il n'y ait aucun rapport entre les combinaisons formées par les oxydes MoO^3 et UO^3 avec l'acide phosphorique. On ne peut, par contre, établir aucune espèce d'analogie entre UO^2, oxyde à fonction basique, qui donne de nombreux sels bien définis, et MoO^2 qui semble être un oxyde salin.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage rapide du manganèse et du chrome dans les produits sidérurgiques.* Note de M. **Travers**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On sait que Proctor Smith (²), reprenant le dosage du manganèse au persulfate, eut l'idée élégante d'ajouter au catalyseur le nitrate d'argent, grâce auquel le manganèse passe à l'état de MnO^4H, qu'on peut doser volumétriquement.

Divers auteurs (³) ont décrit des modifications du mode opératoire; tous indiquent de faire bouillir plusieurs minutes la liqueur d'attaque, après addition de NO^3Ag et de SO^4Am. Si l'on applique la méthode dans ces conditions, les résultats obtenus sont trop faibles, et de plus irréguliers, comme le constate d'ailleurs Kunze (⁴). En prolongeant l'ébullition, on peut arriver à détruire entièrement MnO^4H, bien qu'on indique que les persulfates ne réduisent pas MnO^4K en milieu acide; le nitrate d'argent ne joue aucun rôle dans cette réduction; nous pensons qu'elle est due à la formation de H^2O^2; il est possible qu'elle n'ait pas lieu avec du persulfate pur.

(¹) *Comptes rendus*, t. 148, 1906, p. 744.

(²) *R. M.*, extraits 422, 1905.

(³) Rubricius (*R. M.*, extraits 50, 1905; extraits 591, 1910), Wdowiszewski (*R. M.*, extraits 712, 1908).

(⁴) *R. M.*, extraits 116, 1909.

Comme liqueur réductrice, les auteurs ont utilisé l'arsénite de soude; nous verrons que cette même liqueur nous a permis de doser le chrome à la suite du manganèse.

La réduction de MnO^4H par As^2O^3 ne correspond pas à une équation de réaction simple donnant naissance à l'un des oxydes MnO, MnO^2, Mn^2O^3, ainsi que le montre le titrage des deux liqueurs; il est vraisemblable qu'il se forme un mélange de sels des deux oxydes MnO, MnO^2; quelques instants après la réduction, la liqueur se trouble par apparition d'oxyde MnO^2; ce trouble ne se produit ni en milieu phosphorique, ni en milieu sulfurique concentré, mais on observe dans ces deux cas l'apparition lente et progressive de la teinte améthyste des sels manganiques; puisque cette teinte ne se produit pas immédiatement après le titrage, il est naturel de penser que la réduction ne conduit pas à l'oxyde manganique Mn^2O^3.

Nous avons d'autre part constaté qu'on n'obtient de résultats constants dans le titrage de MnO^4H par As^2O^3, qu'en versant la liqueur arsénieuse dans MnO^4K. On peut quand même utiliser le permanganate comme liqueur de retour, si l'on a employé un faible excès de réducteur; l'erreur commise dans ce cas est négligeable.

Les considérations précédentes nous ont conduit au mode opératoire suivant :

1° Dosage du manganèse. — *a. Acier au carbone :*

On attaque $0^g,2$ d'acier par 20^{cm^3} de NO^3H de densité 1,1; on ajoute ensuite 30^{cm^3} d'eau froide de façon à amener la liqueur à environ 40° et 50°; on verse 5^{cm^3} $NO^3Ag\ \frac{N}{10}$ et 1^{cm^3} à $1^{cm^3},5$ de solution saturée de persulfate d'ammoniaque; on agite, et l'on attend 3 minutes après l'apparition de la couleur violette. On verse la liqueur dans 100^{cm^3} d'eau froide (15°) et l'on titre immédiatement avec la liqueur arsénieuse jusqu'à disparition de la teinte rose. Si la teneur en manganèse de l'acier est faible, il y a simplement décoloration; si elle dépasse 0,5 pour 100, on obtient une teinte jaune verdâtre.

Il est commode d'utiliser une liqueur arsénieuse telle que $1^{cm^3} = 0,100$ Mn pour 100; elle correspond volume à volume à une liqueur de MnO^4K renfermant $0^{mg},2$ Mn par centimètre cube; on l'obtient en pesant $0^g,650$ de As^2O^3 pur pour 1^l.

Si l'on ne dépasse pas les proportions de catalyseur et de persulfate indiquées, et si la température de la liqueur au moment du titrage est inférieure à 30°, il n'y a aucune réoxydation pendant au moins plusieurs minutes; le dosage reste donc très précis.

L'oxydation du manganèse peut se produire à froid, mais elle est plus lente. On peut l'accélérer au bain-marie (70°).

b. Aciers spéciaux. — La méthode s'applique très bien aux aciers spé-

ciaux et remplace avantageusement la méthode Volhard, moins sensible et plus longue.

Dans le cas des aciers au chrome, le persulfate oxyde le chrome [1], le virage au jaune franc du chromate indique dans ce cas la limite du dosage du manganèse.

Tous les aciers spéciaux (au Cr, W, V, Mo) s'attaquent commodément par l'acide azotique en s'aidant de persulfate, et au besoin de quelques gouttes de HF pur.

Le dosage du manganèse reste précis tant que la teneur en chrome ne dépasse pas 5 à 6 pour 100. Au delà, et surtout pour de faibles teneurs en manganèse ($< 0,150$ pour 100), il doit être fait sur une prise spéciale, après séparation du manganèse à l'état de bioxyde.

Avec quelques modifications de détail, nous avons pu appliquer avec succès la méthode, aux fontes, fontes spéciales, minerais de fer et de manganèse, laitiers, laitons, bronzes.

2° Dosage du chrome dans les aciers au chrome :

En milieu de concentration acide suffisante (20^{cm^3} de NO^3H à 36° Bé pour 100^{cm^3} de liqueur), As^2O^3 réduit quantitativement les chromates d'après l'équation théorique

$$3As^2O^3 + 4CrO^3 = 3As^2O^5 + 2Cr^2O^3.$$

On verse un *faible* excès de réducteur, et l'on revient avec la liqueur équivalente de MnO^4K.

La liqueur arsénieuse étant à $0^g,650$ par litre,

$$\text{Cr pour } 100 = 6n \times 0,114,$$

n étant le nombre de centimètres cubes de liqueur utilisés.

La méthode s'applique en présence de tous les métaux étrangers, même du vanadium, qui accompagne le chrome dans beaucoup d'aciers à outils; il n'en serait pas de même d'une liqueur de sel ferreux, ou de chlorure titaneux, qui réduirait en même temps l'acide vanadique. La liqueur arsénieuse présente d'autre part l'avantage d'être très stable.

La méthode précédente permet de doser le manganèse et le chrome avec une précision relative voisine du $\frac{1}{100}$ pour des teneurs de l'ordre de 1 pour 100. Dans le cas des aciers, même des aciers à outils, les deux chiffres peuvent être connus en un quart d'heure environ; la méthode est donc très intéressante pour les laboratoires sidérurgiques, où elle permettra une grande économie de temps.

---

[1] La présence de NO^3Ag n'est pas nécessaire à l'oxydation du chromate.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Rapports ontogéniques des ceintures pelvienne et thoracique chez les Vertébrés tétrapodes.* Note [1] de M. L. **Vialleton**, présentée par M. Henneguy.

Les ceintures pelvienne et thoracique offrent des rapports bien différents avec les principales ébauches embryonnaires de leur voisinage, notamment avec celle des muscles pariétaux et avec le cœlome. La connaissance de ces rapports éclaire beaucoup leur morphologie.

Ceinture pelvienne. — Cette ceinture est intercalée sur le trajet des muscles pariétaux qu'elle divise en abdominaux et en caudaux. Chez les Urodèles elle est composée de l'ilion, placé dans le myosepte qui sépare le tronc de la queue, et de la plaque pubo-ischiale ou pelvienne, qui se substitue aux muscles pariétaux dans toute sa longueur, les muscles abdominaux s'insérant sur son bord cranial ou pubien, les caudaux sur son bord caudal ou ischiatique. La cavité viscérale s'étend au-dessus de cette plaque, et les muscles de la racine du membre, placés sur la face interne de cette dernière, sont sous-péritonéaux et situés en dedans de la paroi somatique.

A partir des Sauriens, la plaque pelvienne se divise en un pubis et un ischion formant deux symphyses. Les muscles abdominaux, au lieu de s'attacher au bord cranial du pubis, comme chez les Urodèles, s'insèrent seulement au bord caudal de l'ischion. La branche transversale du pubis et la majeure partie de celle de l'ischion passent au-dessus d'eux et proéminent sous le péritoine, dans la cavité abdominale, traversant complètement la paroi somatique.

Chez les Mammifères, la plaque pelvienne reçoit les muscles abdominaux sur son bord pubien seulement, et se porte tout en arrière et en dehors de la cavité viscérale. Cette disposition est liée à l'évolution spéciale de la région pelvienne (cloisonnement frontal du cloaque interne) et s'accompagne de rapports particuliers entre le sinus urogénital et le plancher pelvien, qui sont toujours étroitement accolés.

Ceinture thoracique. — Celle-ci ne traverse jamais la paroi somatique. Chez les Urodèles elle comprend un scapulum-suprascapulum, et une plaque ventrale.

[1] Séance du 23 juillet 1917.

Le scapulum n'est point situé dans un myosepte, mais il est extérieur aux muscles. La plaque ventrale présente une partie antérieure (procoracoïde) et une partie postérieure (coracoïde) qui, chez les Anoures, rappellent assez bien le pubis et l'ischion à qui on les a comparés. Cependant Anthony et Vallois (1914) regardent le procoracoïde de ces animaux comme une partie du coracoïde et cherchent le procoracoïde vrai dans leur apophyse acromiale. Je suis de leur avis sur le premier point, mais j'ajoute qu'un procoracoïde distinct ne se rencontre chez aucun Tétrapode.

Chez les Amphibiens, la ceinture n'interrompt pas les muscles pariétaux qui passent en dedans d'elle en formant, du pubis à l'hyoïde, une bande continue de myomères (muscles pubo-hyoïdiens). La ceinture est rattachée au corps par des fibres superficielles des myomères (muscles rhomboïdes, dentelés, releveurs du scapulum, etc.) et par un muscle branchial, le trapèze. Elle est placée immédiatement en arrière de la tête, en avant de la partie principale du cœlome, qui s'arrête à peu près à son bord caudal, mais elle entoure la partie craniale de la cavité viscérale (cavité péricardique de l'embryon).

Chez les Sauriens, on trouve un vrai thorax formé par les côtes et le sternum. On appelle *première dorsale* la première vertèbre dont les côtes atteignent le sternum, et l'on distingue en avant d'elle un certain nombre de vertèbres, prétendues cervicales, dont les côtes, bien que régulièrement croissantes, n'arrivent pas jusqu'au sternum. En réalité ce sont bien des vertèbres dorsales, comme le montre la présence entre leurs côtes de fibres intercostales et du cœlome, témoignant de la continuation à ce niveau de la paroi thoracique; mais cette paroi s'atrophie presque totalement dans sa partie ventrale où elle est remplacée par la plaque coracoïdienne qui s'implante au-devant du sternum. Toutefois cette plaque ne traverse pas complètement la paroi somatique, formée par le squelette et les muscles dérivés des myomères et des myoseptes, et n'atteint pas la séreuse dont elle est toujours séparée par le muscle transverse, seul reste de cette paroi dans ce point. L'union de la ceinture et du thorax, autour de la portion craniale du cœlome, produit une cage zono-thoracique, caractéristique des Sauropsidés.

La présence de la plaque sterno-coracoïdienne entraîne la régression d'une partie des muscles pariétaux qui forment deux groupes : l'un postérieur (muscles droits de l'abdomen), l'autre antérieur (muscles sterno-hyoïdiens). Ces derniers s'attachent au bord cranial de la cage zono-thoracique, formé par les clavicules et l'épisternum, et qui constitue la limite caudale du cou.

Chez tous les Mammifères, Monotrèmes compris, il y a un thorax complet, uniquement sterno-costal, et un diaphragme musculaire typique. La première côte forme l'orifice antérieur du thorax, qui est en même temps la limite caudale du cou. La ceinture offre deux types différents. Le plus souvent elle est réduite au scapulum appliqué contre le thorax et relié ou non au sternum par une clavicule; les pièces ventrales ont disparu.

La ceinture des Monotrèmes constitue le second type. Souvent regardée comme formant la transition vers celle des Reptiles, elle diffère en réalité beaucoup de celle-ci. Placée tout entière en avant de la limite caudale du cou, elle est infra-cervicale et non post-cervicale et ne se combine point avec le thorax pour entourer la partie antérieure du cœlome, qui s'arrête immédiatement derrière elle. Ses apparences reptiliennes dépendent de deux facteurs principaux : 1° sa migration préthoracique, 2° l'orientation spéciale des membres antérieurs, comme le montre le cas de la Taupe où les mêmes conditions font réapparaître un coracoïde ventral, combiné avec la clavicule.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la signification des changements de couleur qui se produisent normalement dans certains œufs non fécondés de* Bombyx mori *et sur la formation, dans cette espèce, de véritables chenilles d'origine parthénogénésique.* Note [1] de M. A. **Lécaillon**, présentée par M. Henneguy.

Dans une Note publiée en 1916 [2], j'ai exposé les résultats d'observations faites sur des œufs non fécondés de *Bombyx mori*. Comme de nombreux naturalistes l'avaient constaté avant moi, j'avais vu que certains de ces œufs subissaient des changements de couleur analogues à ceux qui se produisent dans les œufs fécondés qui évoluent régulièrement. Mais, par suite d'observations insuffisantes, je n'avais pu, en présence des contradictions existant dans les travaux publiés jusqu'ici, me faire, au sujet de la signification réelle de ces changements de coloration, une opinion personnelle.

Pendant les années 1916 et 1917, j'ai continué mes recherches en leur donnant une extension beaucoup plus grande. Et je puis, actuellement, apporter des précisions importantes sur des faits qui paraissent jeter

---

(1) Séance du 23 juillet 1917.

(2) *Sur la ponte des œufs non fécondés et sur la parthénogenèse du* Bombyx *du mûrier* (*Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 234).

beaucoup de lumière sur certains problèmes biologiques d'un grand intérêt et bien loin encore d'être résolus.

Les œufs non fécondés que j'ai observés en 1916 et en 1917 furent fournis par 130 femelles appartenant à la même race univoltine que celles dont les produits m'avaient servi de matériaux d'études en 1914 et 1915. Chaque femelle pondant, lorsqu'on l'empêche de s'accoupler, en moyenne à peu près 200 œufs, 26000 de ceux-ci, environ, furent donc soumis à mes observations. Les résultats essentiels de mes nouvelles recherches sont les suivants :

a. Pendant les premiers jours qui suivent le moment de la ponte, tous les œufs non fécondés, de même que tous les œufs fécondés, conservent leur coloration jaune clair caractéristique. Mais en réalité, si l'on tient compte des phénomènes qui se passent à l'intérieur de l'œuf, il importe d'en distinguer deux groupes : celui où il ne se fait qu'une segmentation incomplète et anormale, où il ne se produira aucun changement de couleur et où des caractères de dégénérescence ne tarderont pas à apparaître, et celui où l'évolution dépassera le stade de la segmentation. Dans des cas exceptionnels, tous les œufs d'une même ponte rentrent dans le premier cas.

b. Dans le deuxième groupe qui vient d'être défini, la coloration rose ou rougeâtre succède à la coloration primitive jaune clair. Mais elle peut présenter, suivant les œufs envisagés, tous les degrés de développement. Parfois il n'y en a que des traces à l'un des pôles de l'œuf ou en diverses régions de celui-ci; parfois, au contraire, elle envahit tout l'œuf et l'on ne peut faire de distinction fondamentale avec les changements de couleur qui s'observent sur les œufs fécondés. Et certains œufs dégénèrent à ce stade alors que d'autres continuent à évoluer plus ou moins régulièrement. En d'autres termes, le deuxième groupe d'œufs, distingué plus haut, peut se diviser à son tour en un troisième groupe comprenant les œufs dégénérescents et un quatrième groupe renfermant ceux qui continuent à évoluer.

c. Les œufs du quatrième groupe prennent une coloration qui passe du rouge au gris ardoise. Ils peuvent aussi se subdiviser en un cinquième et un sixième groupe, car une partie dégénère à ce stade, tandis que d'autres donnent naissance à des larves qu'on peut observer en ouvrant l'œuf.

d. Enfin, dans le sixième groupe d'œufs, on peut faire une dernière subdivision, car certaines larves meurent dans l'œuf (7e groupe), tandis que certaines autres en sortent comme si elles s'étaient formées dans des œufs fécondés (8e groupe).

Tous les naturalistes qui ont étudié la question traitée ici n'ont pas observé les 8 stades qui correspondent aux 8 groupements qui viennent d'être indiqués. Et il est assez piquant de constater que ce sont les travaux anciens qui les mentionnent (en particulier ceux de Barthélemy, Jourdan, Cornalia, Siebold), tandis que les travaux les plus récents nient ou tendent à nier l'existence des deux derniers stades.

Dans mes observations, j'ai constaté l'existence de nombreuses larves qui moururent dans l'œuf. Pour beaucoup de pontes, je pus en compter de 12 à 20.

Une seule ponte me procura des chenilles vivantes dont je pus élever complètement quelques-unes. La femelle qui la produisit, née le 14 juillet 1916, pondit seulement 70 œufs. Huit de ceux-ci donnèrent naissance, du 1[er] au 9 mai 1917, à des chenilles vivantes dont quatre s'élevèrent sans difficulté. Il convient de faire remarquer que la conservation des œufs non fécondés est plus difficile que celle des œufs fécondés; c'est ce qui semble expliquer en partie que de nombreuses chenilles paraissant bien conformées périssent dans l'œuf. En perfectionnant le mode de conservation des œufs pendant la longue période de temps qui s'écoule entre le moment de la ponte et celui de l'éclosion, on obtiendrait vraisemblablement un nombre plus considérable de chenilles aptes à une vie normale.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés antiseptiques de l'air nitreux.* Note de M. **H. Colin**, présentée par M. Branly.

Au cours de ses recherches sur les différentes espèces d'air, Priestley ([1]), toujours très attentif aux propriétés physiologiques, crut observer que l'air *nitreux* jouit d'un pouvoir antiseptique remarquable « préservant les substances animales de la putréfaction et rétablissant celles qui sont pourries dans leur premier état ». Lui-même décrit ainsi ses expériences :

Je mis une souris morte dans l'air nitreux et je l'approchai du feu pour activer la putréfaction. La diminution du volume d'air fut considérable ...; la souris ayant été retirée au bout d'une semaine, je constatai qu'elle ne répandait aucune odeur. Je pris alors deux souris, l'une qui venait d'être tuée, l'autre en voie de putréfaction; je les mis ensemble dans l'air nitreux, à la température ambiante (juillet-août 1772)...; après 15 jours, je retirai les souris et les trouvai entièrement saines; la première était très ferme et la chair de l'autre n'avait pas d'odeur.

([1]) Joseph Priestley, *Observations on different kinds of air* (*Philosophical Transactions*, t. 62, p. 210).

D'ailleurs Priestley a soin de faire remarquer que le pouvoir antiseptique de l'air nitreux est très supérieur à celui de l'air *fixe*, étudié déjà par Macbride. Peut-être, ajoute-t-il, et l'on retrouve cette idée dans divers Ouvrages, pourrait-on arriver à conserver des fruits, du poisson, de petits oiseaux, dans un mélange d'air nitreux avec de l'air commun ou de l'air fixe. Depuis lors, on a fait de nombreuses recherches sur le pouvoir stérilisant des gaz [1], pour aboutir à la conclusion suivante : les gaz, qui, comme l'oxygène, l'oxyde de carbone, ont un faible coefficient de solubilité et ne confèrent à l'eau ni acidité, ni alcalinité, n'exercent qu'une action antiseptique insignifiante; l'anhydride carbonique lui-même, dont la solubilité est environ vingt fois supérieure à celle de l'oxygène, n'agit qu'à des concentrations élevées et, sans doute, en vertu seulement de son acidité.

L'oxyde azotique est très peu soluble dans l'eau qui n'en dissout que $\frac{1}{29}$ environ de son volume; il y a donc lieu de s'étonner qu'il jouisse de propriétés stérilisantes énergiques que ne possèdent ni l'oxygène, ni l'oxyde de carbone, ni même le gaz carbonique. Ces propriétés ne seraient-elles pas attribuables à l'acide azotique auquel le bioxyde d'azote donne facilement naissance en présence de l'oxygène et de l'eau?

Priestley ne prenait aucune précaution spéciale pour éviter d'introduire de l'air *commun* en même temps que les cadavres de souris. Les cavités, l'intestin en particulier d'où part principalement l'infection, devaient fatalement s'imprégner d'acide azotique, ce qui empêchait le développement des germes putrides.

Et, en effet, dans les expériences rigoureuses qui suivent, l'oxyde azotique, à la pression normale, s'est montré sans aucune efficacité sur les bacilles les plus fragiles : cholérique, diphtérique, typhique, pyocyanique, etc.; après un contact de plusieurs jours avec le gaz, les microbes expérimentés avaient gardé toute leur vitalité : ensemencés sur un milieu vierge, ils s'y développaient normalement; le bioxyde d'azote ne les avait pas plus atteints que ne l'eût fait un gaz inerte quelconque, hydrogène, azote, acide carbonique, à la pression ordinaire.

Les vases d'expérience étaient de petits matras de 150^{cm^3} environ, portant, sur leur col, deux tubulures latérales renflées sur une longueur de 10^{cm} et remplies d'ouate. Les matras une fois stérilisés au four, on introduit, par le col, la culture soumise à

---

[1] Voir G. Malfitano, *Sul comportamento dei Microorganismi all'azione dei Gas compressi*. Pavia, 1897.

l'expérience; on ferme d'un bouchon par-dessus le tampon d'ouate et on lute; on envoie alors un courant d'acide carbonique par les tubulures latérales, de façon à éliminer toute trace d'air; on remplace le gaz carbonique par le bioxyde d'azote et l'on ferme les tubulures.

Chaque fois que l'expérience a été bien conduite, les bacilles furent retrouvés intacts après plusieurs jours; si, au contraire, de l'air s'introduisait dans le récipient, accident que révélaient parfaitement la coloration conférée à l'ouate par les vapeurs nitreuses et, plus encore, l'acidité azotique du milieu de culture, les microbes étaient tués.

Le bacille pyocyanique se prête particulièrement bien à ces expériences : la pyocyanine sert d'indicateur; d'ailleurs, le bacille est suffisamment sensible, se plaçant au voisinage de l'Eberth, pour la résistance à l'acide carbonique sous pression ([1]). Si les bouillons gardaient leur pigmentation bleue, les germes étaient indemnes : transportés sur un milieu stérile, ils s'y développaient normalement; mais lorsque la teinte virait au brun, par suite d'une rentrée d'air, l'acide azotique avait stérilisé les cultures : un ensemencement ultérieur n'était suivi d'aucun développement.

Le pouvoir antiseptique attribué par Priestley à l'air nitreux revient donc uniquement à l'acide azotique qui se formait à la faveur de l'air humide introduit avec les cadavres d'animaux.

MICROBIOLOGIE. — *Recherches sur les microorganismes symbiotiques dans la série animale.* Note de M. **Paul Portier**, présentée par M. A. Dastre.

Depuis que, par ses illustres travaux, Pasteur a prouvé le rôle des microorganismes dans les phénomènes de fermentation et de maladie, bien des essais ont été faits pour rechercher l'intervention d'agents analogues dans les processus normaux de l'organisme.

On voit ces tentatives reparaître périodiquement dans les publications scientifiques : microzymas de Béchamp, vacuolides de Raphaël Dubois, bioblastes d'Altmann, recherches de Galippe, de Gabriel Bertrand. L'émotion un instant soulevée dans les cercles scientifiques ne tarde pas à s'apaiser, et le dogme de l'asepsie des tissus sains continue à régner intangible.

([1]) H. Colin, *Stérilisation de l'eau par l'acide carbonique sous pression* (*Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 652).

Seules quelques exceptions, curiosités locales, concessions à la théorie, plutôt tolérées qu'acceptées, s'égrènent sur les échelons inférieurs de la série des êtres vivants : bactéroïdes des nodosités des Légumineuses, *Rhizoctonia* des tubercules des Orchidées, algues unicellulaires des Actinies et des *Convoluta*, etc.

Quant aux Vertébrés, toutes les tentatives faites pour montrer, d'une manière permanente, la présence de microorganismes dans leurs tissus à l'état de santé semblent n'avoir nullement entraîné la conviction des savants compétents.

Il faut voir la cause de ces échecs, soit dans des erreurs grossières de technique, soit dans l'insuffisance des preuves morphologiques seules administrées souvent : un granule ou un filament produits du précipité réalisé par les réactifs fixateurs pouvant simuler à s'y méprendre de véritables microorganismes.

Seuls, à mon avis, des travaux étayés, *à la fois*, sur de multiples preuves morphologiques, bactériologiques et physiologiques parviendront à faire progresser la question.

C'est dans cet état d'esprit que j'ai entrepris des recherches sur ce sujet depuis plus de 12 ans. Bien des fois abandonnées en raison de l'extrême difficulté d'atteindre la certitude; reprises ensuite avec une nouvelle technique, elles étaient en bonne voie en 1914 lorsqu'elles furent interrompues par les dramatiques événements qui durent encore. Beaucoup de mes cultures ont été perdues; j'ai pu en reconstituer quelques-unes. Je me décide à énumérer mes principaux résultats, bien que je ne considère nullement mon travail comme terminé.

Preuves morphologiques. — Dans un travail antérieur [1], j'ai montré que certaines larves xylophages présentaient des phénomènes de symbiose très évidents. Les micro organismes sont très facilement décelables à l'intérieur des cellules; ils passent dans l'*imago*, on les retrouve dans l'œuf, et le jeune en est pourvu à la naissance. C'est grâce à leur intervention que la larve peut se nourrir de substances sur lesquelles les sucs digestifs n'ont pas de prise.

On remarque, chez ces insectes, une accumulation énorme de ces microorganismes à l'intérieur des cellules du tissu adipeux qui avoisine les organes génitaux.

---

[1] *Recherches physiologiques sur les Champignons entomophytes.* Paris, Lechevalier, 1911.

Chez presque tous les autres insectes examinés (larves ou *imagos*), on retrouve dans certaines cellules adipeuses des microorganismes très nettement définis.

Chez les Vertébrés, le tissu graisseux fixé au liquide de Bouin et coloré à l'hématoxyline ferrique montre des granulations extrêmement fines dans les travées du tissu conjonctif, mais rien ne permet d'affirmer que ce soient des microorganismes.

Preuves bactériologiques. — Chez les insectes xylophages, j'ai montré que la culture des microorganismes symbiotiques s'obtenait facilement. Chez les autres insectes, la culture s'obtient assez facilement aussi dans la plupart des cas.

Chez les Vertébrés, les organes prélevés avec une asepsie rigoureuse sont déposés sur des milieux très variés dont la simple énumération exigerait beaucoup trop de place.

Les différents tissus cultivent avec une fréquence très inégale. Par ordre de fréquence, nous avons le testicule, l'ovaire, le nerf, le muscle.

L'examen histologique des tissus qui ont cultivé montre que la culture *part toujours du tissu graisseux*. Les granules des travées conjonctives se multiplient, forment des amas souvent importants dans les régions du tissu qui *sont en contact avec l'atmosphère* et se transforment çà et là en bactéries.

Nous retrouvons alors dans ce tissu *après culture* une disposition analogue à celle qui existe normalement chez les insectes et je considère ce fait comme ayant une très grande importance. La culture se produit dans 40 pour 100 des cas environ pour le testicule. Je n'ai pu encore déterminer les conditions nécessaires pour obtenir un développement à coup sûr, mais j'ai réalisé d'importants progrès à ce point de vue.

Caractères des microorganismes obtenus. — Je mets à part les microorganismes des larves xylophages que j'ai déjà étudiés et sur lesquels je reviendrai plus tard. Tous les autres microorganismes appartiennent au même groupe; ils ont des traits communs généraux et des différences secondaires qui sont mises en évidence surtout par les actions chimiques qu'ils exercent sur différents composés. Tous sont aérobies.

Leur forme est extrêmement variable. Un même microorganisme peut successivement et suivant le milieu de culture se présenter sous l'apparence de microcoque, de bacille ou de filament atteignant une très grande longueur. Voici une affirmation qui va éveiller la défiance dans l'esprit des bactériologistes qui se demanderont si mes cultures sont pures. Elles le

sont, sans aucun doute possible, c'est un point sur lequel on ne discutera certainement jamais :

Sous forme de bacille et dans les cultures jeunes, le microorganisme est très mobile. Il se colore par la méthode de Gram, mais perd cette propriété dans certaines conditions. Il est extrêmement résistant à l'égard des agents physiques : chaleur humide et surtout sèche, lumière, rayons ultra-violets (rayons abiotiques de Dastre); très résistant aussi à l'égard des agents chimiques et, en particulier, de la plupart des antiseptiques.

BACTÉRIOLOGIE. — *Essais de sérothérapie de la gangrène gazeuse chez l'homme.* Note de MM. **Weinberg** et **P. Séguin**, présentée par M. Roux.

1. Quelques mois après le début de la guerre, l'un de nous a proposé de traiter la gangrène gazeuse par un sérum antimicrobien qu'il avait préparé contre le *B. perfringens.*

De nouvelles recherches sur la flore de la gangrène gazeuse nous ont montré qu'il était nécessaire, pour combattre cette infection, de préparer encore deux autres sérums, l'un anti-V. septique, l'autre anti-*œdematiens.*

Nous avons utilisé ces trois sérums dans le traitement d'un certain nombre de cas de gangrène gazeuse déclarée, en les injectant soit isolément, soit en mélange (sérum mixte). Des essais effectués, nous ne voulons retenir que 30 observations contrôlées par des recherches bactériologiques.

Sur 30 cas traités, nous comptons 11 morts et 19 guérisons. Nos onze insuccès comprennent trois groupes : dans le premier rentrent cinq cas trop tardivement traités (septicémie dans quatre cas). Trois blessés du second groupe sont morts intoxiqués par un microbe contre lequel le sérum spécifique correspondant n'avait pas été injecté (une gangrène gazeuse à V. septique et deux cas de forme toxique à *B. œdematiens* traités par le sérum anti-*perfringens*). Enfin, les trois autres malades du troisième groupe, bien que soulagés par l'injection du sérum spécifique, sont morts de complication secondaire (tétanos, streptococcie, broncho-pneumonie à *B. fallax*).

Les dix-neuf guérisons observées correspondent à des cas de gangrène gazeuse avérée; quelquefois la situation fut considérée comme désespérée ou comme nécessitant une opération aussi hasardeuse que la désarticulation de la hanche. Chez dix malades, la sérothérapie a complété un trai-

tement chirurgical conservateur (débridement, grands nettoyages, excisions de tissus morts). Chez les neuf autres blessés, le chirurgien a dû recourir d'urgence à l'amputation.

Dans la plupart de ces cas, la sérothérapie a paru produire les effets suivants :

1° Amélioration rapide, parfois très frappante de l'état général du blessé.

2° Amélioration de l'état local, consistant dans la disparition des gaz de la plaie, la diminution de la tension et du gonflement, la résorption progressive de l'œdème. Dans les moignons d'amputation, tantôt pas de récidive, tantôt récidive légère cédant à un traitement sérique persévérant.

3° Dans les sérosités profondes, leucocytose intense et défense phagocytaire locale énergique, amenant la disparition progressive des bacilles.

4° Deux fois la septicémie à *B. perfringens* a cédé (en 6 jours et en 4 jours) aux injections quotidiennes et massives de sérum anti-*perfringens*.

II. Les injections de sérum doivent atteindre un double but : 1° neutraliser les toxines circulant dans l'organisme et arrêter la septicémie; 2° favoriser la défense locale en stimulant l'activité phagocytaire.

Ces effets thérapeutiques ne peuvent être obtenus que si le chirurgien intervient tout d'abord en supprimant autant que possible les foyers gangreneux, de préférence par des excisions larges et en dernier ressort par l'amputation. Le chirurgien débarrasse ainsi l'organisme des tissus mortifiés où toute réaction de défense est impossible et permet au sérum d'arriver jusqu'aux tissus avoisinants, en améliorant les conditions de la circulation locale dans le membre opéré.

La pluralité des microbes pathogènes de la gangrène gazeuse, l'impossibilité d'établir un diagnostic bactériologique extemporané, enfin la nécessité d'instituer d'urgence un traitement sérothérapique nous ont amené à la pratique suivante :

Chaque blessé atteint de gangrène gazeuse reçoit d'abord une injection de sérum mixte (60^{cm^3}-90^{cm^3} d'un mélange à égalité des trois sérums).

Si le chirurgien est déjà intervenu, les injections locales, pratiquées dans les tissus autour de la lésion, compléteront heureusement l'acte opératoire.

Sinon, le sérum sera injecté sous la peau du flanc ou même, si possible, dans la veine.

Il importe de procéder au plus tôt aux prélèvements de sérosités, à l'hémoculture et à l'étude bactériologique du cas traité.

Si l'étude bactériologique rapide permet d'identifier le microbe qui paraît jouer le rôle principal, on pratiquera les injections ultérieures de sérum mixte en augmentant la dose du sérum correspondant à l'anaérobie mis en cause. Par exemple, si le cas est rapporté au *B. perfringens*, on utilisera lors de la deuxième injection 100^{cm^3} du mélange suivant : 80^{cm^3} de sérum anti-*perfringens*, 10^{cm^3} de sérum anti-V. septique, 10^{cm^3} de sérum anti-*œdematiens*.

Si la flore est complexe ou si le diagnostic bactériologique demeure hésitant, il importe de continuer le traitement sérique en employant les trois sérums mélangés à égalité.

Les injections de sérum seront continuées jusqu'à ce que l'état local et général du blessé donne pleine satisfaction au chirurgien. Dans les cas de septicémie, prouvée par l'hémoculture, seules les injections massives quotidiennes peuvent sauver le malade. Il faut contrôler le traitement par des hémocultures pratiquées chaque jour.

Enfin le chirurgien ne doit pas perdre de vue que les blessés guéris de gangrène gazeuse restent souvent de grands infectés chez qui l'on peut craindre des complications redoutables comme le tétanos, la streptococcie, l'ostéomyélite à staphylocoque, etc.

Conclusions. — Le traitement de la gangrène gazeuse doit être conduit à la fois par le chirurgien et le bactériologiste. Leur bonne collaboration doit amener une diminution de la mortalité dans la gangrène gazeuse déclarée.

Sur 66 gangrènes gazeuses, non traitées (60), traitées par des sérums non spécifiques (3) ou accompagnées de complications secondaires mortelles (3), nous comptons 35 morts.

Sur 24 cas correctement traités, nous accusons 5 morts.

Nul doute qu'avec plus d'expérience il soit possible d'obtenir de meilleurs résultats.

Nos essais, bien que limités à un petit nombre de cas, nous paraissent donc d'ores et déjà encourageants.

Enfin, ayant pu établir expérimentalement le pouvoir préventif des sérums que nous avons préparés, nous espérons que les blessés bénéficieront de la sérothérapie préventive antigangréneuse, comme ils bénéficient déjà de la sérothérapie préventive antitétanique.

MÉDECINE. — *Remarques sur les aspects parasitologiques du paludisme contracté en Macédoine.* Note de M. **P. Armand-Delille**, présentée par M. Laveran.

Ainsi que nous l'avons signalé dans une Communication faite à la Société de Pathologie exotique, en collaboration avec MM. G. Paisseau et H. Lemaire (¹), une des caractéristiques du paludisme qui a frappé les hommes de l'armée d'Orient, en Macédoine, pendant l'été 1916, est la prédominance presque exclusive du parasite de la tierce maligne, *Plasmodium falciparum* qui, en octobre, par exemple, a dépassé la proportion de 95 pour 100, d'après les constatations faites par nous au laboratoire d'armée. Cette variété d'hématozoaire avait présenté une progression croissante par rapport au *Pl. vivax*. Nous avons signalé également que le parasite de la quarte (*Pl. malariæ*) était tout à fait exceptionnel en Macédoine, et que dans les rares cas observés il paraissait d'importation africaine.

Pour ce qui a trait au *Pl. falciparum*, il était apparu seulement au commencement de juillet, avait crû progressivement jusqu'au maximum observé en octobre, puis décrû jusqu'en mars où il était devenu très rare, pour disparaître enfin complètement en avril.

Le maximum à la fin de l'été n'a rien de surprenant, tous les épidémiologistes, après M. Laveran, ont signalé ces formes dans les fièvres estivo-automnales, mais ce qui nous frappe c'est la disparition absolue à partir d'avril; sur 116 constatations positives faites par nous pendant ce mois, pas une n'a montré de *Pl. falciparum*, toutes ont trait au *Pl. vivax*. Nos amis, MM. Abrami et Sennevet à Zeitenlick, Pagnier et Cazenave dans une ambulance, nous ont dit avoir des statistiques semblables aux nôtres.

Ce qui nous frappe encore plus, c'est que, depuis notre retour en France, nous avons appris que les examens faits à l'Institut Pasteur sur de nombreux malades de l'armée d'Orient ont fourni les mêmes résultats.

Le Dr Wurtz, chargé à Paris d'un service de paludéens évacués de Macédoine, a constaté également que chez ses malades, depuis le mois de décembre 1916, le *Pl. vivax* s'était substitué presque complètement au *Pl. falciparum*, si commun pendant l'été de 1916; il a signalé de plus que, chez des malades atteints de fièvre pernicieuse, il n'avait trouvé que des parasites dits de la *tierce bénigne* (²).

(¹) *Société de Pathologie exotique*, mars 1917.

(²) Wurtz, *Paludisme de Macédoine* (*Monde médical*, juillet 1917). — Wurtz et van Malleghem, *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 797.

Pour notre part, étudiant des malades à la fin de juin et au début de juillet à l'hôpital des paludéens de Vichy, dont le laboratoire nous a été gracieusement ouvert par nos amis MM. Castaigne et Paillard, nous n'avons trouvé également que du *Pl. vivax*.

Or la plupart des hommes étudiés ce printemps avaient été contaminés de juillet à novembre 1916; ils ont donc été, du moins en très forte proportion, infectés par le *Pl. falciparum*. A l'appui de cette affirmation, nous pouvons citer un certain nombre d'observations recueillies par MM. Pagnier et Cazenave sur des infirmiers de leur ambulance, suivis jour par jour pendant plus de 8 mois. Ces malades, plus ou moins gravement contaminés, pendant l'été, par le *Pl. falciparum*, et traités par la quinine, ont cependant présenté cet hiver des accès de paludisme secondaire. A partir du mois de février 1917, on n'a plus trouvé dans leur sang que du *Pl. vivax*.

Y a-t-il donc eu transformation du parasite? et que signifie cette transformation? Comment se fait-il que ce soit la forme la plus résistante à la quinine qui disparaisse la première, tandis que le *Pl. vivax*, qui y est très sensible, persiste dans le sang d'une manière prolongée? La forme *Pl. falciparum* est-elle simplement retenue dans les organes profonds?

Nous savons que M. Laveran a toujours défendu la doctrine uniciste (1), et que Billet a gardé la plus extrême réserve sur la dualité possible des parasites de la tierce bénigne et de la tierce maligne.

Il semble que le nombre considérable des cas de paludisme, développé chez des sujets neufs amenés en Macédoine par l'armée d'Orient, réalise une véritable expérience et qu'à l'heure actuelle, les constatations plaident en faveur de la doctrine de M. Laveran.

Je suis encore trop novice dans l'étude de ces questions pour oser me prononcer. Mais je me permets d'attirer l'attention des chercheurs sur ce point, le champ offert à leurs investigations étant particulièrement vaste en ce moment.

A 16 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

E. P.

---

(1) A. Laveran, *Traité du Paludisme*, 2e édition, Paris, 1907, p. 124-134.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances d'avril 1917 (*suite*).

Comment on peut expliquer tous les phénomènes observés dans le ciel et sur la terre, par J.-B. Silvani. Paris, Desforges, 1917; 1 fasc. in-8°.

Une Allemande à la cour de France, par le Dr Cabanès. Paris, Albin Michel, 1916; 1 fasc. in-12.

Sur une nouvelle application du soufre. L'intramine, le philothion et le soufre, par Rey-Pailhade. Extrait du *Bulletin de la Société de thérapeutique*, 10 janvier 1917. Paris, Doin, 1917; 1 fasc. in-8°.

La houille blanche et l'agriculture. Rapport établi à l'occasion du Congrès de la houille blanche qui devait être tenu à Lyon en septembre 1914, par Henri Cahen. Paris, 7, rue de Madrid, 1917; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne. Année 1915, 2e semestre, 69e volume. Auxerre, Secrétariat de la Société, 1916; 1 vol. in-8°.

Sur les tétanos post-sériques, par Auguste Lumière. Lyon, Sézanne, 1917; 1 fasc. in-4°.

Rapport sommaire de la Commission géologique du Ministère des mines du Canada pour l'année 1915. Ottawa, L. Taché, 1917; 1 vol. in-8°.

Canada, department of mines. geological survey. Memoir 91 : *The Labrador Eskimo*, by E.-W. Hankes. Ottawa, Government printing bureau, 1916; 1 vol. in-8°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 AOUT 1917.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PÉTROLOGIE. — *Les roches grenues d'un magma leucitique étudiées à l'aide des blocs holocristallins de la Somma.* Note de M. A. LACROIX.

Dans une série de travaux, dont le plus ancien date de 1893, je me suis attaché à poser, puis à chercher à résoudre les problèmes nombreux et compliqués que soulève l'abondance et la variété des blocs de roches grenues dans les tufs volcaniques de la Somma. J'ai montré qu'en outre de ceux qui résultent de la transformation de calcaires et dont l'interprétation a été donnée depuis longtemps, il faut distinguer trois catégories parmi ces roches.

1° *Roches polygènes.* — Les unes proviennent de la transformation du magma par la digestion d'enclaves calcaires; leur étude fournit des données précieuses pour l'étude du métamorphisme *endomorphe*. Les autres résultent de la transformation totale de roches volcaniques antérieures, non plus par la portion fondue du magma, mais par ses émanations volatiles; l'éruption de 1906 a permis de suivre pas à pas les étapes de cette transformation et a fourni des arguments précieux pour la démonstration de la réalité des transformations métamorphiques *exomorphes* par pneumatolyse.

2° *Roches pneumatogènes.* — Ces roches se sont formées dans les cavités des calcaires métamorphiques par apport pneumatolytique, avec souvent réaction de la paroi; elles fournissent des indications sur la genèse de ces filonnets pegmatiques qui sillonnent parfois les calcaires métamorphisés au contact du granite, notamment dans les Pyrénées.

3° *Roches homœogènes.* — Ce sont des formes grenues, non seulement des roches épanchées, mais encore de portions différenciées du même magma qui ne sont pas nécessairement venues au jour.

L'étude de ces dernières roches, toujours intéressante dans n'importe quel centre volcanique, acquiert une importance spéciale dans le massif du Vésuve en raison de la nature chimique et minéralogique de ses produits. On sait en effet que si, depuis quelque trente ans, d'importantes régions ont été découvertes qui renferment des laves leucitiques, le nombre de roches grenues à leucite est resté infime et celles-ci se résument dans la missourite et la shonkinite leucitique du Montana. On a bien trouvé (Écosse, Arkansas, Brésil) quelques roches grenues renfermant de gros trapézoèdres, mais la matière de ceux-ci est épigénisée par de l'orthose et de la néphéline et, malgré la relation connue :

$$\underbrace{2(SiO^3)^2Al(K, Na)}_{\text{Leucite.}} = \underbrace{Si^3O^8AlK}_{\text{Orthose.}} + \underbrace{SiO^4AlNa}_{\text{Néphéline.}}$$

l'accord n'est pas unanime sur leur interprétation.

Leur origine leucitique paraît cependant bien vraisemblable, surtout si l'on tient compte des faits constatés sur les blocs rejetés par les explosions de 1906 au Vésuve et qui ont montré avec quelle facilité la leucite se transforme en minéraux variés sous les influences pneumatolytiques. Cette rareté des roches grenues à leucite, comme aussi certaines expériences de laboratoire, montre en tous cas que, si les magmas aptes à donner ce minéral le fournissent dès que les conditions de la fusion purement ignée prédominent, comme cela a lieu au cours d'un épanchement superficiel, ils donnent au contraire d'autres combinaisons moléculaires quand les cristallisations s'effectuent à une certaine distance de la surface.

Mes observations sur la Réunion d'autre part m'ont permis de constater que dans les profonds ravins qui ont entamé le cœur même du Piton des Neiges il existe, *en place*, sous forme de dykes et de sills, au milieu des tufs basaltiques, un grand nombre de roches grenues qui se retrouvent à l'état d'*enclaves homœogènes* dans les projections les plus récentes de ce volcan. Il est donc légitime d'en déduire que les blocs homœogènes de la Somma résultent, eux aussi, de la destruction de gisements similaires inaccessibles. De tels gisements doivent nécessairement se trouver à des distances variées de la surface et par suite en des points intermédiaires entre ceux où la cristallisation de la leucite est possible et ceux où elle ne peut plus se produire. Si donc il y a quelque part des chances de découvrir des roches grenues à leucite non transformée c'est évidemment à la Somma et, comme l'étude des laves de ce vieux volcan fait voir que la gamme des différenciations effectuées aux dépens de son magma a été très

étendue, il y a des probabilités pour que ces formes leucitiques grenues, si elles existent, soient elles-mêmes variées. Les tufs de la Somma réalisent le mélange des pièces d'un gigantesque *puzzle* dont il s'agit de reconstituer les positions relatives.

Telles sont les idées théoriques qui m'ont servi de guide dans les recherches dont je donne ici quelques résultats sommaires.

Je ne reviendrai pas sur la démonstration de ce que les matériaux volcaniques de la Somma sont beaucoup plus complexes qu'on se le figurait jadis ; si les laves du Vésuve moderne sont dopotassiques, celles du Vésuve antéhistorique ne le sont pas toutes, beaucoup sont sodipotassiques et il en est même de dosodiques. Ces dernières sont des phonolites porphyriques ; elles sont accompagnées de leur forme grenue qui est une syénite (sanidinite) sodalitique ; je laisserai de côté ce type, que j'ai décrit ailleurs, pour m'occuper uniquement de ceux dans lesquels la potasse l'emprte (en poids) sur la soude.

Syénites leucitiques. — Ce sont des roches à gros grain, riches en sanidine et en cristaux porphyroïdes de leucite. Une proportion variable de minéraux colorés comprend toujours : mélanite, augite, hornblende, apatite avec parfois biotite, davyne et sphène ; l'apparition de bytownite conduit aux sommaïtes. Les analyses 1 à 3 donnent la caractéristique chimique de ces roches qui représentent la forme grenue de la *tavolatite* (analyse 4) du peperino du Latium. Elles correspondent au même type chimique que les leucitophyres à pseudoleucite du Brésil. Elles apportent une démonstration de la réalité de l'existence de syénites leucitiques. D'ailleurs, à la Somma même, il existe des microsyénites sodalitiques à phénocristaux de pseudoleucite. On trouvera ci-après leur analyse (5), ainsi que celle (6) d'une microsyénite néphélinique à idocrase, qui en représente une forme hétéromorphe. Ces roches sont les représentants microgrenus hétéromorphes de ces leucittéphrites à grands cristaux de leucite, dont l'analyse est donnée en (7) et que je désignerai dorénavant sous le nom de *campanite;* elles sont apparentées aussi avec les ponces de Pompéi (analyse 8), plus leucocrates encore. Enfin, je donne comme comparaison l'analyse 9 d'une borolanite d'Écosse qui, au contraire, est moins leucocrate et a comme caractéristique la grande abondance du mélanite. Il faut noter comme caractère spécifique que toutes les roches vésuviennes dont il vient d'être question renferment aussi ce même grenat.

Syénites leucitiques [1] : Type normal. 1. (R). I'.(6) 7.1'.'3; 2. (P). II. 7'.(1) 2.2(3). 3. (P). Type renfermant de la davyne; (I)II.7'.2.'2(3); 4. (Washington), *Tavolatite :* Tavolato (Latium) I(II) 7'.1'.'3; 5. (P). 5. (P). *Microsyénite sodalitique à pseudoleucite.* 'II.6'.(1) 2.3; 6. (P). *Micro-*

---

[1] Ces analyses et les suivantes ont été effectuées par M. Pisani (P) et par M. Raoult (R).

syénite néphélinique à idocrase. II.6.(1)2.3; 7. (P). *Campanites* : II.'7.'2.3; 8. (P). Ponces de Pompéi. I(II).6.1'.3; 9.(Player). *Borolanite* du lac Borolan. II.6.'2.3.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
SiO^2	54,62	50,10	51,65	50,25	53,30	53,50	51,10	54,50	47,8
Al^2O^3	22,85	18,10	21,60	21,41	20,30	20,05	20,30	21,70	20,1
Fe^2O^3	1,51	3,00	0,85	1,76	1,40	1,10	1,67	0,80	6,7
FeO	1,08	4,23	3,12	1,82	2,92	2,48	3,31	1,98	0,8
MgO	0,36	3,54	1,07	0,31	0,91	2,54	1,82	0,54	1,1
CaO	3,00	6,85	4,29	4,48	6,30	5,42	7,12	3,20	5,4
Na^2O	5,25	3,42	4,30	5,16	5,83	5,32	5,20	6,40	5,5
K^2O	11,19	9,25	11,60	11,32	8,17	8,02	7,84	9,14	7,1
TiO^2	tr.	0,98	0,65	0,57	0,50	0,33	0,84	0,27	0,7
P^2O^5	0,10	tr.	0,06	0,12	tr.	0,15	tr.	tr.	»
Cl	»	0,01	0,80	0,18	0,03	0,36	0,58	0,49	»
SO^3	»	»	0,38	0,05	»	»	»	»	»
H^2O	0,36	0,35	0,25	0,96	0,75	0,50	0,37	0,89	2,4
	100,32	99,82	100,72	99,86 (1)	100,41	99,77	100,15	99,91	99,3 (2)

Monzonites. — Elles sont caractérisées par leurs grands cristaux aplatis d'orthose, maclés suivant la loi de Carlsbad, et englobant du labrador; ils sont réunis par de l'orthose, de l'andésine et de la hornblende. Je ne connais pas à la Somma la forme volcanique de cette monzonite, mais la comparaison des analyses **10** et **11** fait voir que sa composition chimique est identique à celle de la latite de l'Arso (Ischia), et cela explique l'abondance d'enclaves monzonitiques dans les trachytes de cette île.

Monzonites leucitiques. — J'ai donné autrefois le nom de *sommaïte* à une roche qui n'a pas été trouvée jusqu'ici en dehors de la Somma; de couleur grise, elle renferme : augite, olivine, biotite, titanomagnétite, bytownite et leucite, qu'englobent de grandes plages d'orthose; la structure est donc celle des monzonites de Monzoni. Les analyses **13** à **15** donnent la composition d'échantillons inégalement riches en éléments colorés; l'analyse **16** est celle d'une variété à plus gros grain, dépourvue d'olivine, mais renfermant beaucoup de biotite et de l'amphibole : sa richesse en leucite la fait passer à la missourite. Les leucittéphrites doléritiques, si abondantes à la Somma à l'état de blocs, établissent le passage minéralogique entre les sommaïtes grenues *très orthosiques et peu leucitiques* et des types microlitiques *leucitiques et dépourvus d'orthose*. Je désigne sous le nom d'*ottajanite* ces leucittéphrites, ayant la composition chimique des sommaïtes (analyses **17** et **18**), avec une composition minéralogique différente. Elles se distinguent des leucittéphrites du Vésuve actuel

(1) Y compris : CO^2, 0,32; ZrO^2, 0,02; BaO, 0,13.

(2) Y compris : MnO, 0,8; BaO, 0,8; SO^3, 0,4.

(*vésuvites*) en ce qu'elles sont franchement mésocrates, un peu moins alumineuses, moins riches en potasse, et beaucoup plus calciques.

Kentallénite. — Ce nom a été donné par Kynaston à une monzonite de l'Argyllshire (Écosse), caractérisée par la grande abondance de l'augite, de l'olivine et de la biotite. J'ai rencontré ce même type à la Somma, mais il renferme en outre une petite quantité de leucite. C'est une sommaïte très mésocrate (analyse 12), pauvre en alcalis.

10. (P). *Monzonite :* II.5'.2.3; 11. (Washington). *Latite* de l'Arso (Ischia). 'II.5'.2.3; 12. (P). *Kentallénite leucitifère.* III.5(6).3.3. *Sommaïte;* 13. (P). (II) (III).6.'3.2'; 14. (P) à grain fin. II.5'.3.3; 15. (R). III.5(6).3.2(3); 16. (P) à gros grain, passage à missourite : III.'7.(2)3.2'. *Ottajanites;* 17. (P). (Lapilli, éruption Vésuve, 1906). III. 6.3.'3; 18. (P). Type doléritique de la Somma. III.6'.3.2'.

	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
SiO^2	55,95	56,75	48,85	50,20	51,65	49,24	48,45	48,10	47,61
Al^2O^3	18,60	18,03	12,20	16,16	17,50	14,03	13,40	15,31	16,12
Fe^2O^3	2,70	2,22	1,62	1,79	0,93	2,25	1,15	3,20	0,91
FeO	3,68	3,04	5,58	4,62	6,23	5,34	6,39	5,45	6,22
MgO	1,93	2,02	10,80	5,55	4,24	8,24	8,30	7,55	7,27
CaO	4,47	4,68	13,10	11,22	9,72	12,40	13,40	12,45	12,45
Na^2O	4,26	4,85	1,84	1,71	2,38	1,63	1,58	1,98	1,76
K^2O	6,38	5,92	2,47	6,07	4,90	4,23	5,05	4,22	4,75
TiO^2	1,11	1,24	1,26	1,42	1,58	1,60	1,65	1,15	1,26
P^2O^5	0,32	0,34	0,19	0,31	0,41	0,75	0,77	0,12	0,38
Cl	0,04	0,11	0,02	»	»	»	0,01	»	»
H^2O à 105° / » au rouge	0,50	0,18	1,95	1,37	1,38	0,07 / 0,53	0,69	0,87	1,50
	99,94	99,38	99,88	100,42	100,92	100,31	100,84	100,40	100,23

Missourite. — Cette roche présente les mêmes caractères que la missourite typique des Highwood Mountains; des cristaux globuleux de leucite forment des taches d'un blanc de lait sur un fond noir de cristaux d'augite. L'examen microscopique montre çà et là fort peu d'orthose et de bytownite. La comparaison de son analyse (19) et de celle (21) de la leucitite du lac de Bolsena prouve que la missourite est bien à tous égards la forme grenue de ce type de lave.

Missourites : 19. (R). III'.8(9).2.2; 20. (Hurlbut). Shonkin Creek. Highwood Mountains, III '(IV).8.2.2; 21. (Washington). *Leucitite* du M^te^ Rado (Bolsena). III.8.2.2.

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	BaO.	H^2O.
19...	45,68	12,15	3,78	5,47	7,63	13,20	1,84	6,30	3,40	0,75	»	0,08 = 100,28
20...	46,06	10,01	3,17	5,61	14,74	10,55	1,31	5,14	0,73	0,21	0,32	1,44 = 99,57 (1)
21...	46,24	14,42	4,06	4,36	6,99	13,24	1,65	6,37	1,17	0,41	0,13	1,35 = 100,41 (2)

Puglianites. — Je désigne ainsi des roches, à gros grain, d'augite automorphe, associée à des minéraux blancs que le microscope montre être de la leucite et de l'anorthite (analyse 23). Certaines variétés (analyse 24) renferment en outre un peu de biotite, de hornblende et d'orthose. Les puglianites sont, dans la série potassique, les homologues des mareugites dans la série sodique (théralites).

Shonkinite leucitique. — L'analyse 22 est celle d'une roche mésocrate, un peu micacée, ayant le même aspect et la même composition minéralogique que les roches précédentes, sauf que le feldspath est de l'orthose; c'est donc une shonkinite leucitique.

Sébastianite. — Très rapprochée au point de vue chimique des types précédents, mais complètement différente au point de vue minéralogique, cette roche, que j'ai découverte au-dessus de San Sebastiano, est constituée par de l'anorthite, plus ou moins automorphe, avec un peu d'augite et d'apatite, qu'englobent des lames à orientation parallèle de biotite. La leucite est absente; toute la potasse est dans la biotite: c'est un type hétéromorphe nouveau de la série leucitique.

Pyroxénolites. — Enfin, il me reste à signaler des roches encore plus mélanocrates. Les unes renferment un peu de leucite remplissant les intervalles de lames de biotite qui moulent de cristaux automorphes d'augite (analyses 26 et 27) ou les englobent pœcilitiquement (analyse 28); les autres sont holomélanocrates et ne renferment que de l'augite (analyse 30) avec parfois, exceptionnellement (analyse 29), un peu d'olivine et de biotite.

22. (P). *Shonkinite leucitique* ['IV.7'.'3.3]'IV.(1)2.2.'3.'2; *Puglianites:* 23. (P). III(IV).6(7).'4.2; 24. (R). [IV.7.(3)(4).2(3)] IV.(1)2.'2.3.2; 25. (R). *Sébastianite :* III'.6(7).4.2(3); *Pyroxénolite à biotite :* 26. (R). III.(6)7.4.2'; 27. (P). ['IV.7.3'.2] 'IV.1'.2.2'.'2; 28. (P). [IV.8.2.2(3)] IV.1'.'2.2(3).1(2); 29. (P). *Pyroxénolite à olivine :* (IV)V.'2.2.2.1(2); 30. (P). *Pyroxénolite* (3) : IV.1.(1)2.3.(1)(2).

---

(1) Y compris : SO^3, 0,05; Cl, 0,03; SrO, 0,02.

(2) SO^3, 0,02.

(3) Les analyses de ces roches très pyroxéniques montrent la nécessité de reprendre l'étude chimique des pyroxènes des roches volcaniques de la Somma et du Vésuve : aucune des nombreuses analyses publiées jusqu'ici n'y indique en effet de titane, ni d'alcalis.

	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.
SiO^2........	45,35	46,71	43,50	41,74	43,00	45,60	48,40	49,75	47,90
Al^2O^3.......	9,46	12,80	9,91	14,50	14,87	10,40	5,83	3,15	6,58
Fe^2O^3......	3,32	4,45	5,22	2,64	3,25	1,49	1,87	»	1,52
FeO........	4,51	3,96	4,66	4,38	5,49	4,83	3,42	4,77	3,33
MgO.......	11,45	8,97	8,23	9,44	6,15	14,60	17,10	20,80	14,20
CaO........	17,70	17,20	23,00	18,10	20,00	17,30	18,11	17,60	22,51
Na^2O.......	1,95	0,71	0,80	0,89	0,84	0,64	0,90	0,83	1,14
K^2O........	3,10	2,93	2,15	2,46	2,71	2,82	2,45	0,90	0,38
TiO^2.......	1,59	2,05	2,30	4,60	2,60	1,49	1,26	0,96	1,49
P^2O^5.......	0,10	0,10	0,07	0,70	0,88	0,60	0,20	0,05	0,70
F..........	0,40	0,35 (Cl)	»	0,79	1,22	1,03	1,21	»	0,02
H^2O à 105°..	1,10	0,03	0,37	0,05	0,02	0,10	0,13	0,34	0,62
» au rouge				0,22	0,20			0,86	
	100,03	100,26	100,21	100,51	100,43	100,91	100,88	100,01	100,39

A l'inverse de ce qui s'observe généralement dans les magmas sodiques, on voit que, dans le magma potassique de la Somma, les produits extrêmes de différenciation ne sont pas ultrabasiques. La hornblende, l'olivine, les minerais en sont absents, ou à peu près; un pyroxène et du mica au contraire y abondent. Grâce à la production de la biotite, l'action du fluor est aussi manifeste dans ces cristallisations magmatiques profondes que dans les transformations exomorphes des calcaires qui les accompagnent. La richesse en chaux de quelques-unes de ces roches pouvait faire penser à une action endomorphe due à des calcaires : l'étude, actuellement en voie d'exécution, des types véritablement endomorphisés ne semble pas appuyer cette hypothèse.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la fraction continue de Stephen Smith.* Note de M. G. **Humbert.**

1. *Définition.* — Stephen Smith, dans un Mémoire célèbre à plus d'un titre (¹), indique en passant, pour l'approximation d'une *irrationnelle positive*, ω, le développement suivant.

Soit $2a_0$ l'entier *pair* (positif ou nul) le plus voisin de ω; on pose

$$\omega = 2a_0 \pm (1 : \omega_1),$$

(¹) *Mémoire sur les équations modulaires* (*R. Acad. dei Lincei*, 1877, et *Œuvres*, t. 2, p. 224).

le signe $\pm$ étant tel que ω_1 soit positif; il est clair que ω_1 est supérieur à 1. On posera de même

$$\omega_1 = 2a_1 \pm (1 : \omega_2),$$

en désignant par $2a_1$ l'entier pair (ici *positif*) le plus voisin de ω_1, et ainsi de suite.

De là le développement [1]

$$\omega = 2a_0 + \cfrac{\varepsilon_1}{2a_1 + \cfrac{\varepsilon_2}{2a_2 + \dots}} \qquad (\varepsilon_i = \pm 1), \tag{1}$$

les a_i étant > 0, sauf a_0 qui peut être nul.

Je me propose de donner ici une interprétation géométrique de ce développement; elle est analogue à celle que j'ai fait connaître, soit pour les fractions continues, soit pour la méthode d'approximation d'Hermite [2].

2. *Introduction géométrique d'une suite de fractions.* — Soit $\mathfrak{D}_0$ le domaine (triangle curviligne) limité, au-dessus de l'axe des x, par la demi-circonférence, C_0, de centre $(0, 0)$ et de rayon 1, et par les deux droites $x = \pm 1$, qui sont des tangentes de C_0; les sommets de $\mathfrak{D}_0$ sont ∞, $(1, 0)$, $(-1, 0)$.

$\mathfrak{D}_0$ est le domaine fondamental du groupe automorphe (fuchsien), Γ, formé par les substitutions

$$z' = \frac{\lambda z + \nu}{\mu z + \rho} \qquad (\lambda\rho - \mu\nu = +1), \tag{2}$$

où $\lambda, \dots, \rho$ sont des entiers réels, et $\lambda + \rho$ et $\mu + \nu$ *pairs*, ou, ce qui revient au même, $\lambda + \nu$ et $\mu + \rho$ *impairs*.

Au groupe Γ correspond une division du demi-plan en une infinité de *triangles* curvilignes (à côtés circulaires, orthogonaux à Ox); on l'obtiendrait en prenant les *symétriques* de Γ par rapport à ses trois côtés, et opérant de même sur chacun des *triangles* ou *domaines* successivement obtenus : chaque domaine est ainsi adjacent à trois autres, le long de ses trois côtés respectivement.

---

(1) En réalité, Stephen Smith n'applique ce développement qu'à une irrationnelle quadratique, et seulement dans le cas où il est *simplement* périodique; les considérations dont il fait usage ne s'étendent nullement au cas général.

(2) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 717; t. 162, 1916, p. 23 et 67; *Journ. de Mathém.*, 7e série, t. 2, p. 79-154.

Tout *domaine*, $\mathcal{D}$, est le transformé de $\mathcal{D}_0$ par une, et une seule, substitution (2); il a donc ses trois sommets sur Ox, et leurs abscisses sont

$$\frac{\lambda}{\mu}, \qquad \frac{\lambda+\nu}{\mu+\rho}, \qquad \frac{\lambda-\nu}{\mu-\rho}.$$

Pour les deux derniers, l'abscisse (rationnelle) est le quotient de deux entiers impairs; pour le premier, elle est le quotient de deux entiers (premiers entre eux) de parités différentes : *un* des sommets de $\mathcal{D}$ se distingue donc des deux autres; nous l'appellerons *la pointe* de $\mathcal{D}$, et le côté opposé à la pointe sera *la base* de $\mathcal{D}$.

Tout domaine $\mathcal{D}$ est accolé, le long de sa base, à un autre domaine, $\mathcal{D}'$, de même base; ainsi $\mathcal{D}_0$ est adjacent par la base à $\mathcal{D}'_0$, de sommets $(0, 0)$, $(1, 0)$, $(-1, 0)$; les pointes de $\mathcal{D}$ et de $\mathcal{D}'$ ont pour abscisses $\lambda:\mu$ et $\nu:\rho$, valeurs obtenues en faisant $z=\infty$ et 0 dans (2), et l'on a $\lambda\rho-\mu\nu=1$.

Sous une autre forme, si $p:q$ et $p':q'$ sont les pointes de deux domaines adjacents par la base, on a $pq'-qp'=\pm 1$.

Cela posé, suivons la droite $x=\omega$, dans le demi-plan, de ∞ jusqu'au point ω de Ox; écrivons les abscisses des pointes successives des domaines traversés; si une pointe se présente k fois *de suite*, nous n'écrirons son abscisse qu'*une* fois. Nous arrivons ainsi à une série de fractions irréductibles *positives* (la seconde seule peut être nulle)

$$(3) \qquad \frac{1}{0}, \quad \frac{2a_0}{1}, \quad \ldots, \quad \frac{p'}{q'}, \quad \frac{p}{q}, \quad \ldots$$

dont les deux termes sont de parités contraires, et qui tendent évidemment vers ω, en vertu des propriétés de la division considérée du demi-plan; la première, $1:0$, correspond au sommet ∞ du *premier* domaine traversé; la seconde, $2a_0:1$, correspond de même au *second*, et $2a_0$ est manifestement l'entier pair le plus voisin de ω. Un regard jeté sur la division du plan rend tout cela évident [1].

Je dis que la suite (3) *coïncide avec la suite des fractions de Smith*, c'est-à-dire avec les *réduites* successives qui proviennent du développement (1), précédées toutefois de la fraction $1:0$.

A cet effet, admettons que les deux suites coïncident jusqu'au terme $p:q$

[1] Stephen Smith considère un groupe, autre que Γ, dont le domaine fondamental est $\mathcal{D}_0+\mathcal{D}'_0$, ce qui semble compliquer les résultats; il n'introduit pas la droite $x=\omega$, qui joue le rôle fondamental quand ω est quelconque.

inclusivement; nous allons calculer le terme suivant dans chaque suite et constater que ces deux termes coïncident.

3. *Calcul du terme qui suit $p:q$ dans* (3). — Avec les notations précédentes, on a $pq' - qp' = \pm 1$, parce que les changements de pointe, dans les domaines successifs traversés par la droite $x = \omega$, se font à la traversée d'une base, en sorte que $p':q'$ et $p:q$ sont les pointes de deux domaines adjacents par la base. Soit donc $pq' - qp' = \eta$, où $\eta = \pm 1$; considérons la substitution *modulaire*

$$z' = \frac{pz + \eta p'}{qz + \eta q'}, \tag{4}$$

où

$$pq' - qp' = \eta; \tag{5}$$

elle appartient au groupe Γ, puisque p et q sont de parités différentes, ainsi que p' et q'; elle change donc en elle-même la division considérée du demi-plan.

Soient $\mathfrak{O}'$ et $\mathfrak{O}$ les domaines *adjacents par la base* dont les pointes sont $p':q'$ et $p:q$; à ces valeurs de z', la substitution (4) fait correspondre deux domaines de pointes, z, égales respectivement à 0 et ∞, et *adjacents par la base;* ces domaines sont dès lors nécessairement $\mathfrak{O}'_0$ et $\mathfrak{O}_0$.

Par la même substitution (4), la droite $x = \omega$ devient une demi-circonférence, $\mathfrak{C}$, qui coupe Ox aux points (répondant à $z' = \infty$ et $z' = \omega$) dont les abscisses sont

$$z_1 = -\eta\frac{q'}{q}; \qquad z_2 = -\eta\frac{p' - \omega q'}{p - \omega q}. \tag{6}$$

La droite $x = \omega$ *passe* de $\mathfrak{O}'$ à $\mathfrak{O}$; *donc* $\mathfrak{C}$, *suivie de* z_1 à z_2, passe de $\mathfrak{O}'_0$ à $\mathfrak{O}_0$: il en résulte, par l'examen même de la division du plan, que z_1 est, sur Ox, entre les abscisses -1 et $+1$, ce qui entraîne $q' < q$.

Au sortir de $\mathfrak{O}_0$, $\mathfrak{C}$ pénètre dans un domaine adjacent à $\mathfrak{O}_0$ le long d'un côté *rectiligne*, c'est-à-dire dans un domaine de pointe ∞; elle traverse ainsi des domaines successifs de pointe ∞ et pénètre ensuite dans un domaine de pointe $2a$, en désignant par a un entier non nul : tout cela, encore une fois, est évident géométriquement.

Quant à $2a$, c'est manifestement l'*entier pair le plus voisin de* z_2.

Revenant de $\mathfrak{C}$ à la droite $x = \omega$ par la substitution (4), on voit que cette droite, après la traversée de domaines de pointe $p:q$, pénètre dans un domaine dont on obtient la pointe en faisant $z = 2a$ dans (4); en d'autres

termes, la fraction P : Q qui suit $p:q$ dans la suite (3), a pour expression

$$(7) \qquad \frac{P}{Q} = \frac{2ap + \eta p'}{2aq + \eta q'},$$

$2a$ désignant l'*entier pair le plus voisin de* z_2, ce que nous écrirons, en employant la valeur (6) de z_2,

$$(8) \qquad 2a = \mathcal{E}\left(-\eta \frac{p' - \omega q'}{p - \omega q}\right).$$

Le signe de $2a$, qui n'est pas nul, est celui de z_2; c'est donc celui de $\eta(p' - \omega q')(q\omega - p)$, soit celui de η' $(\eta' = \pm 1)$. On a ainsi, en multipliant par η' les deux termes au second membre de (7),

$$(9) \qquad \frac{P}{Q} = \frac{2|a|p + \eta\eta' p'}{2|a|q + \eta\eta' q'}$$

avec

$$(10) \qquad 2|a| = \mathcal{E}\left(\left|\frac{p' - \omega q'}{p - \omega q}\right|\right).$$

Comme q est supérieur à q', et $|a| > 0$, on peut écrire

$$(11) \qquad P = 2|a|p + \eta\eta' p', \qquad Q = 2|a|q + \eta\eta' q'.$$

Q étant ainsi positif, et P l'étant dès lors également.

4. *Identité des deux suites.* — Calculons de même le terme qui suit $p:q$ dans la suite de Smith. Supposons que, pour obtenir $p:q$, on se soit arrêté, dans le développement (1), au terme $\varepsilon_n : 2a_n$, *exclusivement;* la fraction de Smith, $P' : Q'$, suivante, sera, d'après une formule classique, donnée par

$$(12) \qquad P' = 2a_n p + \varepsilon_n p'; \qquad Q' = 2a_n q + \varepsilon_n q'.$$

Quant à $2a_n$, on peut le définir ainsi : si u est le *quotient complet*

$$u = 2a_n + \frac{\varepsilon_{n+1}}{2a_{n+1} + \ldots},$$

on a évidemment

$$(13) \qquad \omega = \frac{pu + \varepsilon_n p'}{qu + \varepsilon_n q'}; \qquad u = -\varepsilon_n \frac{p' - \omega q'}{p - \omega q}.$$

Il en résulte que $2a_n$, entier pair le plus voisin de u, a pour expression,

puisque u est positif,

$$2a_n = \mathcal{L}\left(\left|\frac{p'-\omega q'}{p-\omega q}\right|\right);$$

par suite, en vertu de (10), $2a_n = 2|a|$.

Pour montrer donc que P′ et Q′ coïncident avec P et Q, il suffit maintenant, d'après (11) et (12), de montrer que $\varepsilon_n = \eta\eta'$. Or, par définition de η', le signe de $\eta\eta'$ (qui est ± 1) est celui de $\eta\eta(p'-\omega q')(q\omega-p)$, c'est-à-dire celui de $(p'-\omega q')(q\omega-p)$. D'autre part, en vertu de la seconde formule (13), et puisque u est positif, le signe de ε_n est celui de

$$(p'-\omega q')(q\omega-p),$$

et, comme $\varepsilon_n = \pm 1$, il en résulte bien que $\varepsilon_n = \eta\eta'$, et dès lors la suite (3) coïncide avec celle des fractions de Smith. C. Q. F. D.

5. *Interprétation géométrique.* — Reprenons la demi-circonférence $\mathcal{C}$; en la suivant dans le sens de z_1 à z_2, on traverse, on l'a vu (n° 3), un certain nombre de domaines de pointe ∞, dont le premier est $\mathcal{D}_0$, et dont le dernier est adjacent par la base à un domaine de pointe $2a$. Il en résulte que ces domaines sont respectivement adjacents par la base à des domaines dont les pointes sont, en posant $2a = |2a|\varepsilon$,

$$0, \quad 2\varepsilon, \quad 4\varepsilon, \quad \ldots, \quad |2a|\varepsilon,$$

et leur nombre est dès lors $|a|+1$. D'ailleurs (n° 4), $|a| = a_n$, en sorte que le nombre des domaines de pointe ∞, traversés par $\mathcal{C}$, est a_n+1 : c'est donc aussi, par la substitution (4), le nombre des domaines de pointe $p:q$ traversés par la droite $x=\omega$, et de là résulte l'interprétation géométrique de a_n.

Pour obtenir celle de ε_n, introduisons une nouvelle notion. Dans un domaine $\mathcal{D}$, réservons le nom de *côtés* aux deux côtés autres que la base; dans $\mathcal{D}_0$, appelons *côté positif* celui qui est porté par la droite $x=+1$, *côté négatif* celui porté par $x=-1$; alors tout domaine $\mathcal{D}$ a un *côté positif*, à savoir celui qui équivaut au côté positif de $\mathcal{D}_0$ par la substitution (unique) de Γ qui change $\mathcal{D}_0$ en $\mathcal{D}$; il a de même un *côté négatif*.

Le côté positif est celui qu'on trouve immédiatement après la base quand on décrit le contour de $\mathcal{D}$ dans le sens positif ordinaire.

Nous dirons qu'une demi-droite ou une demi-circonférence, orthogonale à Ox, *suivie dans un sens déterminé*, traverse un domaine $\mathcal{D}$ *positivement*

si elle pénètre dans $\mathcal{D}$ par le côté négatif ou si elle en sort par le côté positif; elle le traverse *négativement* dans le cas contraire; deux domaines adjacents *par un côté* sont traversés de la même manière.

Or $\mathcal{C}$ sort de $\mathcal{D}_0$ par le côté positif si $2a > 0$, et par le côté négatif si $2a < 0$; le signe de $2a$ est donc celui de la traversée de $\mathcal{D}_0$ par $\mathcal{C}$, ou encore celui de la traversée de $\mathcal{D}$ par la droite $x = \omega$, suivie de ∞ à ω. D'autre part, en vertu de (8) et de la seconde (13), le signe de a est celui de $\eta\varepsilon_n$; mais d'après (12), $Pq - Qp$ est $-\eta\varepsilon_n$, c'est-à-dire que $-(Pq - Qp)$ aura comme signe celui de la traversée de $\mathcal{D}$ par la droite. Donc le signe de $-(pq' - qp')$, qui est $-\eta$, est celui de la traversée de $\mathcal{D}'$. Et comme ε_n a le signe de ηa, il résulte de tout cela que ε_n est -1 si la droite $x = \omega$ traverse de la même manière (positivement ou négativement) les domaines de pointe $p' : q'$ et ceux de pointe $p : q$; ε_n est $+1$ dans le cas contraire.

Réunissant tous ces résultats, on arrive à cet énoncé, où ω désigne une irrationnelle positive quelconque :

I. *On suit la droite $x = \omega$, dans le demi-plan sur lequel est tracée la division (n° 2) qui répond au groupe Γ, et l'on forme la suite des abscisses, $p : q$, des pointes distinctes des domaines successivement traversés dans la division ; cette suite coïncide avec celle des fractions successives que fournit le développement de Smith pour ω.*

II. *Le terme $\varepsilon_n : 2a_n$ auquel on s'arrête (exclusivement), dans le développement de Smith, pour obtenir la fraction $p : q$ est tel que :*

1° *$a_n + 1$ est égal au nombre des domaines de la division, traversés par la droite $x = \omega$ et qui ont $p : q$ pour pointe;*

2° *ε_n est -1 si la droite, suivie de ∞ à ω, traverse de la même manière (soit positivement, soit négativement) les domaines de pointes $p' : q'$ et $p : q$, en désignant par $p' : q'$ la fraction de Smith qui précède $p : q$; et ε_n est $+1$ dans le cas contraire* (¹).

La proposition II ne s'applique pas au terme $1 : 0$, mis en tête de la suite de Smith.

On a ainsi l'interprétation géométrique des fractions que fournit le développement de Smith, et celle de ses quotients incomplets. L'application à une irrationnelle quadratique est intéressante et la périodicité de son développement résulte presque immédiatement de ce qui précède.

(¹) Une interprétation analogue des ε_n s'applique au développement hermitien.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés réfractaires de la silice.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **B. Bogitch.**

L'emploi des briques de silice dans la construction des fours a seul permis la généralisation du chauffage à chaleur régénérée de W. Siemens. Avec les briques d'argile, les voûtes ne pouvaient supporter les températures ainsi obtenues et s'effondraient rapidement. Jusqu'ici cependant, on n'avait pas expliqué d'une façon certaine cette supériorité de la silice sur l'argile.

Nos expériences récentes ([1]) sur les propriétés réfractaires de l'argile permettent au contraire d'entrevoir une explication très précise. Les briques d'argile, comme nous l'avons établi, commencent à se ramollir entre 1300° et 1400°. Elles ne peuvent plus alors supporter d'efforts importants sans céder d'une façon continue et indéfinie. Elles le font d'autant plus rapidement que la température est plus élevée, c'est-à-dire, elles se comportent comme une matière vitreuse, elles n'ont pas de véritable point de fusion, mais seulement un palier très étendu de fusibilité. Le prétendu point de fusion de la kaolinite pure, fixé à 1780° et identique à celui du quartz, déterminé de la même façon par l'emploi des montres de Seger, correspond en réalité à l'affaissement rapide de la matière sous une charge égale au poids même de l'éprouvette, c'est-à-dire de l'ordre de 1^g par centimètre carré. Sous une charge 10000 fois plus forte, c'est-à-dire de 10^{kg} par centimètre carré, l'affaissement du kaolin se produit avec la même vitesse, 400° plus bas.

Pour expliquer la façon différente de se comporter de l'argile et du quartz, on pouvait supposer que ce dernier présentait au contraire un véritable point de fusion, sans ramollissement préalable, indépendant par suite de la pression. Nos expériences ont pleinement confirmé cette prévision. Quand on écrase vers 1500° un petit cylindre d'argile, on le voit gonfler en forme de tonneau, puis s'aplatir en une galette à bords arrondis, sans présenter à aucun moment de rupture proprement dite. Après refroidissement la masse écrasée a conservé toute sa dureté première. Au contraire, avec la silice, la première action de la pression ne produit aucun effet appréciable. Mais en l'augmentant progressivement, ont voit brus-

([1]) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 764.

quement l'éprouvette se briser, en présentant les deux cônes de glissement qu'on observe dans la rupture par compression de toutes les matières dures. Les fragments brisés ne se ressoudent aucunement pendant le refroidissement. L'effort nécessaire pour produire cette rupture brusque décroît progressivement avec l'élévation de la température.

Le Tableau et la courbe ci-dessous (*fig.* 1) résument les résultats de nos expériences sur une bonne brique de silice de fabrication américaine,

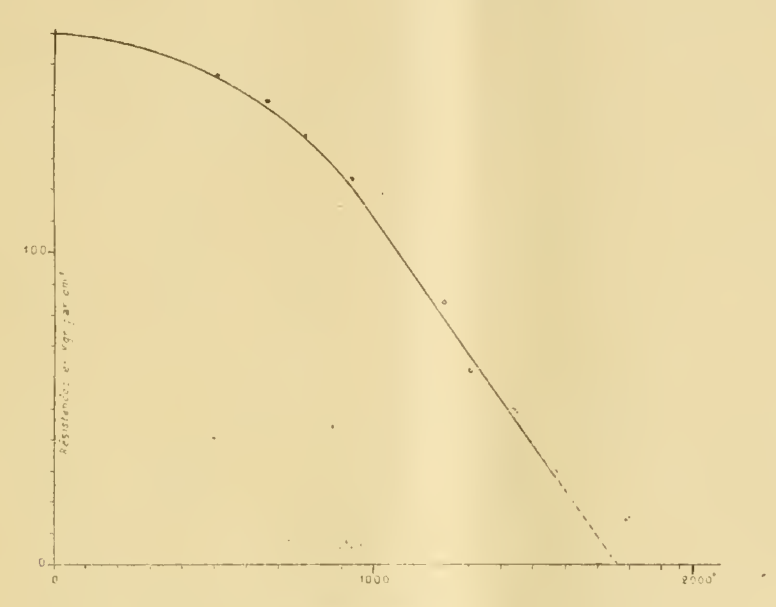


Fig. 1. — Résistance à l'écrasement d'une brique de silice.

marque « Star ». Les résistances à l'écrasement sont exprimées en kilogrammes par centimètre carré.

Température.	Résistance.	Température.	Résistance.
°	kg	°	kg
15	170	1200	85
520	158	1320	62
670	150	1460	50
800	139	1540	37
950	125	1600	30
1050	120		

Ces nombres conduisent par extrapolation à une résistance de 12^{kg} à 1700°, température habituelle des voûtes de fours d'aciéries. Cette

résistance correspond à peu près à dix fois l'effort que les briques supportent dans les voûtes. La stabilité de ces dernières est donc assurée.

Cette résistance mécanique se conservant jusqu'à des températures élevées est une particularité toute spéciale aux briques de silice. On ne la retrouve pas non seulement dans les briques d'argile, mais même dans les briques de magnésie, dont le constituant essentiel, la magnésie, est cependant bien moins fusible encore que la silice.

Voici la raison de ces différences. Dans les deux cas, les briques renferment des oxydes basiques étrangers à la matière réfractaire principale. Ces oxydes : alumine, chaux, oxyde de fer, alcalis, etc., donnent dans tous les cas naissance à une matière fusible, déjà liquide aux environs de 1200°. Dans le cas de la magnésie, les grains solides de ce corps nagent dans le magma fondu et glissent facilement les uns sur les autres, comme le ferait du sable mouillé. La silice au contraire, du moins dans les briques bien cuites, forme un réseau continu dans les pores duquel se loge la masse fondue, comme l'eau se loge dans les pores de la pierre ponce, sans en diminuer la résistance mécanique. La formation de ce réseau, conséquence de la recristallisation de la silice, est due, comme l'un de nous l'a fait voir [1], aux différences de solubilité des différentes variétés allotropiques de la silice. Le quartz, instable à haute température, se dissout dans le magma fondu et recristallise à l'état de cristobalite d'abord, puis de tridymite. Cette recristallisation de la silice et par suite la formation du réseau indéformable, exigent une cuisson effectuée à une température convenable et suffisamment prolongée. Les briques peu cuites, dont le réseau n'est pas encore formé, sont composées de grains de quartz nageant dans la masse fondue; elles sont plastiques, comme les briques de magnésie ou d'argile. C'est là un fait bien connu dans les usines; les briques peu cuites sont fusibles et inutilisables.

Lorsqu'on chauffe une bonne brique de silice, sa résistance diminue cependant avec l'élévation de la température. Cela tient à ce que, la solubilité de la silice croissant avec la température, il se produit une dissolution progressive du réseau cristallin tendant à le désagréger et même à le disloquer complètement. Cet effet sera d'autant plus retardé que le réseau sera mieux développé. C'est de là que dépend avant tout la qualité des briques de silice. L'étude des facteurs dont dépend la rigidité de ce réseau présente donc une importance de premier ordre. Les recherches dont nous

---

[1] H. Le Chatelier, *Revue de Métallurgie*, t. 13, 1917, p. 330.

rendons compte aujourd'hui ont pour objet d'éclaircir ce problème.

Les principaux facteurs à envisager sont :

La proportion des fondants;
La température actuelle de la brique;
La bonne formation du réseau;
La désagrégation du réseau par gonflement ultérieur.

Proportion des oxydes fondants. — Nous avons analysé quelques briques qui nous avaient été signalées comme ayant donné des résultats particulièrement satisfaisants à l'emploi. Le Tableau ci-dessous donne le poids pour 100 des oxydes basiques ainsi que le poids total des sulfates obtenus par une attaque à l'acide fluorhydrique, suivie d'une évaporation à sec après addition d'acide sulfurique :

Marques.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	CaO.	MgO et K^2O.	Total.	Sulfates.
Star........	0,94	0,15	1,79	0,50	3,38	9,06
Assailly.....	2,72	1,30	0,20	0,25	4,47	13,60
G. I........	1,02	0,60	1,48	0,00	3,10	8,40

La brique Star est celle dont la résistance a été donnée plus haut. La brique d'Assailly, dont la fabrication remonte à 30 ans, avait séjourné 1 an dans la paroi d'un conduit de gaz d'un four d'aciérie. C'est sur cet échantillon que l'un de nous (¹) a reconnu pour la première fois la transformation du quartz en tridymite dans les briques longtemps chauffées. Enfin la brique G. I. est une brique de fabrication française, passant pour une des meilleures de celles que nous produisons actuellement.

D'après ces chiffres, les bonnes briques de silice renferment entre 3 et 5 pour 100 d'oxydes basiques et le poids des sulfates varie de 8 à 14 pour 100. Le rapport du poids des oxydes à celui des sulfates varie nécessairement suivant la nature des bases. Mais comme leurs proportions relatives restent généralement comprises entre des limites assez resserrées, on peut admettre que le poids des oxydes représente une fraction sensiblement constante du poids des sulfates, soit en moyenne 35 pour 100. Ce dosage des sulfates peut être fait rapidement et suffit pour apprécier la composition d'une brique de silice.

Température. — La température à laquelle la brique est chauffée dépend

(¹) H. Le Chatelier, *Comptes rendus*, t. 111, 1890, p. 123.

entièrement de l'usage auquel elle est destinée. Dans les fours à acier, elle doit supporter une température de 1700°. Les briques présentant la composition ci-dessus indiquée possèdent, si elles ont été bien fabriquées, une résistance suffisante à la température en question. On emploie encore les briques de silice dans les fours à distiller la houille, où la température est moins élevée. On peut sans inconvénient accepter pour cet usage une proportion au moins double des oxydes basiques, ce qui facilite grandement la fabrication.

Constitution du réseau. — C'est là la partie la plus délicate de la fabrication. Pour développer le réseau, il faut maintenir très longtemps la brique à une température où le magma fondu soit suffisamment fluide. L'expérience semble indiquer, comme conditions les plus favorables, un chauffage prolongé plusieurs jours à une température voisine de 1450°. Cette température doit être inférieure à celle à laquelle le quartz employé se transforme directement et rapidement en cristobalite. Le réseau se forme exclusivement aux dépens des parties de silice qui recristallisent par dissolution passagère dans la masse fondue. Enfin cette recristallisation sera d'autant plus complète et plus rapide, toute chose égale d'ailleurs, qu'il y aura dans le mélange soumis à la cuisson plus de quartz fin et même très fin. Il faut cependant une certaine proportion de gros grains pour empêcher la formation de fentes dont la propagation se fait trop facilement dans les matières uniformément fines.

Désagrégation du réseau. — Lorsqu'il reste après cuisson des grains de quartz non transformés et qu'on chauffe ensuite brusquement la brique à une température à laquelle le quartz se transforme rapidement, le gonflement qui accompagne cette transformation brise le réseau et enlève toute solidité à la brique. De plus, la pression qu'elle supporte dans la voûte s'oppose à son gonflement latéral et produit le phénomène d'*écaillage :* elle tombe alors par petits morceaux, entraînant parfois en quelques jours la destruction d'une voûte qui aurait dû faire des mois de service. La photographie ci-contre (*fig.* 2) montre une brique semblable avant et après mise en place dans le four. On voit très nettement les fentes provoquées par ce gonflement. Ce défaut est peut-être le plus grave et certainement le plus fréquent de ceux que présentent les mauvaises briques de silice. Dans la fabrication normale d'une brique bien cuite, le même gonflement se produit au moment de la transformation directe des gros grains de quartz qui ne se dissolvent jamais que sur une très faible épaisseur, mais l'inconvénient

n'est pas le même, parce qu'alors le gonflement de la brique peut se développer librement dans tous les sens et que d'autre part le phénomène est assez lent pour permettre au réseau de se reformer sur les points où il a pu

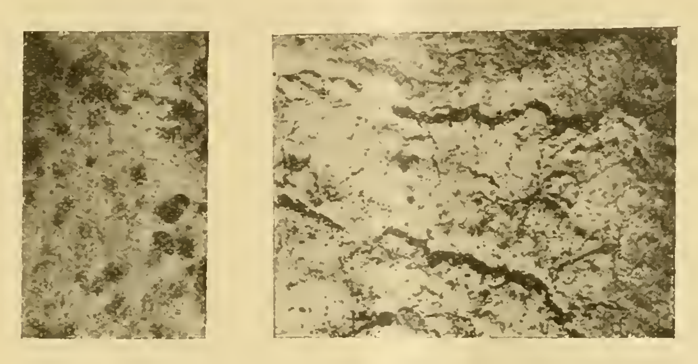


Fig. 2. — Brique insuffisamment cuite, écaillée par chauffage rapide dans un four d'aciérie.

être brisé. Néanmoins ce phénomène inévitable diminue notablement la résistance mécanique de la brique.

Voici maintenant le détail des expériences qui ont conduit aux conclusions précédemment énoncées. Elles ont porté sur des briques qui nous ont été fournies par les usines de la Marine, fonderie de Ruelle et fabrique de blindages de Guérigny, et pour lesquelles on nous a donné l'indication des qualités à l'emploi. Nous avons mesuré la proportion des sulfates, les densités absolue et apparente, la résistance à l'écrasement en kilogrammes par centimètre carré à des températures determinées et après un temps de chauffage également donné.

			Densité		Résistance.		
Marques.	Qualité.	Sulfates.	absolue.	apparente.	Température.	Temps.	R.
		pour 100			°	m	
Assailly...	très bonne	13,6	2,30	1,92	15		550
					1600	60	90
Star......	très bonne	9,06	2,33	1,66	15		170
					1600	5	33
					1600	60	30
G.I.......	très bonne	8,40	2,33	1,88	15		185
					1600	60	41
R.B......	très bonne	13,1	2,35	1,60	15		62
					1600	60	9,5

Marques.	Qualité.	Sulfates.	Densité absolue.	Densité apparente.	Résistance. Température.	Résistance. Temps.	Résistance. R.
		pour 100			°	m	
R. L......	très bonne	14,3	2,40	1,85	15		265
					1600	5	41
					1600	60	25
G. A......	bonne	14,0	2,40	1,77	15		190
					1600	60	21
D........	bonne	8,4	2,45	1,73	15		320
					1600	5	55
					1600	60	20
G. A. 1....	très mauvaise	14,5	2,46	1,80	15		252
					1600	60	4,4
R. F......	très bonne	13,7	2,48	1,84	15		195
					1600		11
G. A. 2...	très mauvaise	12,8	2,48	1,78	15		148
					1600	60	5
G. M......	médiocre	9,5	2,53	1,84	15		84
					1600	5	17
					1600	60	2
R. L......	mauvaise (éclate)	9,75	2,56	1,94	15		350
					1600	5	18
					1600	60	4,5
R. S. G....	mauvaise (fond)	25,0	2,56	1,73	15		57
					1550	60	22
					1600	fondue	

Ces résultats permettent de formuler une conclusion pratique très précise. Toutes les bonnes briques ont à 1600°, après une heure de chauffage, une résistance à l'écrasement au moins égale à 10^{kg} par centimètre carré. La prolongation du chauffage à cette température diminue peu leur résistance, à l'inverse de ce qui se produit pour les mauvaises briques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau cas de catalyse réversible : formation directe des nitriles à partir des amines de même chaîne carbonée.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **G. Gaudion**.

Les catalyseurs, par suite des combinaisons temporaires qu'ils contractent avec certains constituants d'un système chimique, facilitent la transformation de ce dernier et ils peuvent être regardés comme des paliers

intermédiaires de la chute ou de l'accroissement d'énergie de ce système. En accélérant, parfois dans d'énormes proportions, la vitesse des réactions, ils rendent pratiquement réalisables certaines d'entre elles qui, sans leur secours, ne le deviendraient qu'à des températures élevées incompatibles avec la stabilité des produits.

Le plus habituellement on les voit intervenir utilement pour déterminer ou accélérer l'abaissement de l'énergie d'un système chimique, selon une réaction totale n'ayant lieu que dans un sens unique (oxydations, destruction du bioxyde d'hydrogène, hydrogénation à froid de l'acétylène, etc.). Mais il arrive très fréquemment qu'ils interviennent puissamment dans des réactions limitées, en accélérant chacune des réactions inverses et permettant ainsi d'atteindre rapidement la limite qui est, selon les conditions du système, plus ou moins favorable à l'une d'elles. En modifiant convenablement ces conditions, on peut, dans divers cas, faire prédominer beaucoup l'une des réactions, qui se rapproche ainsi pratiquement d'une réaction totale, tandis que pour des conditions très différentes, la réaction serait en apparence inversée.

Certains catalyseurs paraissent ainsi capables de déterminer deux sortes de travaux, inverses les uns des autres.

Par exemple, l'oxyde de thorium, qui est un catalyseur habituel de déshydratation, peut aussi, dans certains cas, catalyser des hydratations directes [saponification des éthers-sels (¹), retour de l'oxyde de phényle au phénol (²), etc.].

Le nickel divisé, qui est un agent si puissant d'hydrogénation directe, peut aussi, dans un grand nombre de cas, être employé comme catalyseur de déshydrogénation (³).

L'intervention d'un excès d'hydrogène et une température peu élevée sont habituellement des conditions favorables à la prédominance de l'hydrogénation; au contraire, l'enlèvement rapide de l'hydrogène, l'abaissement de la pression, l'élévation de la température concourent à accélérer la déshydrogénation qui peut devenir prédominante et même pratiquement totale, si la réaction positive ne s'exerce plus que dans une proportion minime.

Parmi les hydrogénations directes que l'usage du nickel permet de

---

(¹) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 823.

(²) Paul Sabatier et Léo Espil, *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. 15, 1914, p. 228.

(³) Paul Sabatier, *La Catalyse en Chimie organique*, p. 148 et suiv.

réaliser, il faut ranger celle des *nitriles*, que l'un de nous a accomplie, il y a une douzaine d'années, avec Senderens. Elle conduit régulièrement à l'amine forménique primaire correspondante

$$R.CN + 2H^2 = R.CH^2.NH^2.$$

L'amine primaire ainsi engendrée est d'ailleurs, par suite de réactions secondaires, transformée partiellement en amine secondaire et en amine tertiaire ([1]). Une température de 200° convient bien pour effectuer la réaction.

Nous avons pensé qu'en opérant sans hydrogène à une température plus haute, il serait possible de réaliser le passage inverse de l'amine primaire au nitrile par élimination d'hydrogène, selon la formule

$$R.CH^2.NH^2 = 2H^2 + R.CN.$$

La *benzylamine* $C^6H^5.CH^2.NH^2$ (qui bout à 185°) nous a effectivement donné le résultat prévu. Les vapeurs de cette amine étant dirigées seules sur une traînée de nickel maintenue à 300°-350°, il y a production du nitrile benzoïque. Mais à cette température, l'hydrogène libéré réagit sur l'amine pour donner du toluène et du gaz ammoniac, de sorte qu'il ne se produit pas de dégagement notable de gaz. La réaction d'ensemble peut être formulée :

$$3(C^6H^5.CH^2.NH^2) = C^6H^5.CN + 2(C^6H^5.CH^3) + 2NH^3.$$

Le tiers de la benzylamine est ainsi transformé en *nitrile benzoïque* ou *cyanobenzène* $C^6H^5.CN$, liquide d'odeur agréable qui bout à 190°,5 et peut être facilement séparé. Bouilli au réfrigérant ascendant pendant une heure et demie, avec une solution concentrée de potasse, il se dissout entièrement sous forme de benzoate. La liqueur, saturée avec précaution par de l'acide chlorhydrique, précipite *l'acide benzoïque*, qui, soumis à la sublimation selon le mode habituel, est recueilli sous forme de magnifiques aiguilles fondant exactement à 121°,5.

Nous avons réalisé une réaction analogue avec *l'isoamylamine*

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH.CH^2.CH^2.NH^2$$

(qui bout à 95°). Les vapeurs de cette amine ont été dirigées seules sur le

(1) Paul Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. 140, 1905, p. 482.

nickel réduit, maintenu vers 300°. La réaction peut être représentée par la formule

$$3(C^5H^{11}.NH^2) = \frac{CH^3}{CH^3}\!\!>CH.CH^2.CN + 2C^5H^{12} + 2NH^3.$$

On condense un liquide très ammoniacal qui contient, avec une certaine dose d'*isopentane* C^5H^{12}, bouillant vers 31° et d'amine non décomposée, le *nitrile isovalérique*, ou *cyanure d'isobutyle*, liquide d'odeur non désagréable qui bout à 129°. Une partie de l'isopentane formé est détruite par le nickel avec dépôt de charbon diffusé dans le métal et dégagement d'hydrogène qui est rendu très éclairant par les vapeurs entraînées d'isopentane.

Le liquide, bouilli au réfrigérant ascendant avec de la potasse concentrée, jusqu'à disparition de la couche huileuse surnageante, est saturé par l'acide chlorhydrique, qui libère l'acide isovalérique $\frac{CH^3}{CH^3}\!\!>CH.CH^2.CO^2H$, d'odeur désagréable caractéristique, bouillant au voisinage de 175°.

La même réaction tentée sur la *méthylamine* qui devrait fournir *l'acide cyanhydrique*, n'a pas donné de bons résultats, sans doute à cause de l'action spéciale que ce dernier exerce sur le nickel catalyseur.

Le *cuivre* employé comme catalyseur au lieu du nickel, à des températures comprises entre 300° et 400°, fournit des produits beaucoup plus complexes, rappelant dans une certaine mesure ceux qu'il donne dans l'hydrogénation directe des dérivés nitrés forméniques (1).

Il conviendra de revenir sur ces divers points, ainsi que sur l'extension de cette transformation directe des amines primaires en nitriles, qui jusqu'à présent n'avait jamais été aperçue.

MÉTÉOROLOGIE. — *Quelques mots sur l'influence possible des grandes canonnades sur la pluie.* Note de M. **H. Hildebrandson.**

La théorie la plus ancienne de la cause de la pluie est, comme on sait, celle de James Hutton de 1784. Selon lui, le mélange de deux volumes d'air, tous les deux saturés ou à peu près, est toujours accompagné d'une précipitation ou condensation. Nous savons à présent que le mélange de deux masses d'air saturées ne peut jamais produire une pluie intense, mais qu'il est seulement favorable pour former un nuage ou un brouillard.

---

(1) P. Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. 135, 1902, p. 226.

Dès l'année 1867, M. Peslin a pour la première fois appliqué les formules de la Thermodynamique aux phénomènes atmosphériques dans un Mémoire : *Sur les mouvements généraux de l'atmosphère*, publié dans l'*Atlas météorologique* de l'Observatoire de Paris. Dans ce Mémoire il a étudié les variations de température d'une masse d'air saturée ou non saturée, qui s'élève ou s'abaisse dans l'atmosphère, et il a montré que la cause principale des pluies réside dans le refroidissement dynamique d'un courant d'air ascendant. Un courant d'air descendant au contraire s'échauffe et ne peut pas, par conséquent, amener une condensation de la vapeur d'eau. Ces idées de Peslin ont été plus tard développées, comme on sait, par MM. Hann, von Bezold et d'autres, et il est à présent universellement admis :

1° Que le mélange de deux masses d'air saturées ne peut jamais produire une pluie intense;

2° Qu'un courant d'air descendant ne peut pas causer de la pluie, mais qu'il doit, au contraire, augmenter la température et la sécheresse extrêmes dans les régions les plus hautes de l'atmosphère;

3° Que la cause principale et ordinaire de la pluie est le refroidissement d'un courant d'air ascendant.

On a longtemps considéré qu'il suffisait de la moindre raréfaction de l'air saturé de vapeur d'eau pour provoquer la formation du brouillard. Des expériences plus récentes ont démontré qu'il n'en est pas ainsi. Déjà en 1875 M. Coulier a prouvé que les poussières en suspension dans l'air sont une condition nécessaire pour la condensation. Elle s'effectuera d'autant plus facilement que l'air contiendra plus de poussière. Ces résultats de M. Coulier ont été confirmés par plusieurs savants, par des expériences très variées de MM. Mascart, Vuessling, V. Helmholz, et surtout par celles de MM. Aitken et Melander.

Plus tard, il est prouvé par M. Wigand qu'il y a certaines poussières, comme celle de charbon pur, qui ne causent pas de condensation. Les poussières hygroscopiques sont au contraire les plus efficaces. La fumée est très efficace à cause des particules hygroscopiques mêlées avec celles de charbon pur.

Enfin, MM. J.-J. Thomson, Aitken, Langevin, Chauveau, Mme Curie et d'autres ont prouvé que les *ions* ou *particules ionisées*, formées par l'incandescence ou par les rayons ultraviolets, et surtout celles ionisées *négativement* sont les plus efficaces pour condenser la vapeur d'eau.

Or, de ce que nous savons des causes de la pluie, il semble évident que les décharges d'artillerie fréquentes et prolongées ont dans certaines conditions une influence sur les chutes de pluie. « La première condition est, comme dit M. Deslandres, que l'air soit humide et voisin de la saturation. Le canon intervient seulement pour accélérer, pour provoquer immédiatement la chute de la pluie, qui déjà était presque prête à tomber ». Il faut, en un mot, que *le temps soit cyclonique avec des courants d'air ascendants; dans un anticyclone avec ses courants d'air descendants et sa sécheresse très grande*, *une condensation n'est jamais possible.*

A cet égard, nous avons une expérience directe faite en Amérique. M. Dyrenforth obtenait du gouvernement à Pezas une grosse somme pour essayer de provoquer la pluie par des explosions très violentes. La réussite aurait été de la plus grande importance, la région ayant souvent à souffrir de fortes sécheresses. L'expérience a été faite à San Antonio les 25 et 26 novembre 1892 par M. Dyrenforth et deux militaires employés comme aides et contrôleurs. Les explosions furent arrangées comme dans une bataille rangée; les caisses contenant du rosselit formaient des lignes et des batteries. Au soir le 25, San Antonio était située entre une basse pression au Nord et une haute au Sud. Le temps était : la température 72° F. (+ 22°,2 C.), le point de rosée 61° F. (+ 16°,1 C.) et quelques nuages marchant de l'Ouest. Environ 2000^{kg} de rosselit furent brûlés et par-dessus on fit exploser 150 bombes et 8 ballons remplis de gaz fulminant, lancés vers les nuages, mais sans résultat.

La journée suivante était claire. On brûle 2270^{kg} de rosselit, on lance 175 bombes et 10 ballons, mais le ciel resta clair. Enfin, pendant la nuit suivante, on tira avec 12 ballons 150 bombes et plusieurs milliers de pounds de rosselit, sans le moindre résultat.

D'après tout ce que nous savons de la formation des pluies on aurait pu prévoir un tel échec.

De ce qui précède on est certainement autorisé à croire avec M. Deslandres que l'influence des décharges d'artillerie fréquentes et prolongées sur la chute de la pluie est admissible et même probable dans certaines conditions atmosphériques, surtout s'il s'agit de pluies locales aux environs du champ de bataille.

Nous croyons pourtant, avec M. Lemoine, que les pluies très fortes et très prolongées qui causent les inondations ne paraissent pouvoir s'appliquer que par l'action des grands courants atmosphériques ou des orages. Les pluies battantes ou averses de grêle ne se forment guère, d'autant que

nous en savons à présent, que par le mécanisme compliqué et grandiose au sein d'un orage.

La question soulevée par M. Sebert, sur les pluies provoquées par la canonnade à une grande distance du champ de bataille, est plus difficile. Pour cela, il faut admettre que de grandes masses d'air, en s'élevant au-dessus de la région où ont lieu ces explosions, soient emportées par des vents régnants à une certaine distance et y trouvent des couches d'air saturées d'humidité dans lesquelles il serait possible de provoquer des chutes de pluie.

Pour vérifier cette hypothèse, il serait, comme le dit M. Sebert, nécessaire de faire des recherches spéciales. Cependant, les fumées se dissipent rapidement et il ne semble guère probable qu'une influence à grande distance soit possible.

Il n'y a pas lieu de croire, d'après nos connaissances actuelles, que les pluies observées par M. Le Maout en France pendant la guerre de Crimée soient causées par les batailles du sud de la Russie. Évidemment les masses d'air n'ont pas été transportées le long de la surface terrestre au-dessus de hautes montagnes et de profondes vallées. Car, plus on s'élève dans l'atmosphère, plus on rencontre le vent dominant *de l'Ouest* des zones tempérées qui devient plus constant au fur et à mesure qu'on s'élève dans les couches supérieures. La constance de ce vent à la hauteur des cirrus (7-10^{km}) est prouvée par les observations des nuages et la direction observée des ballons. Pendant l'expédition franco-suédoise de sondages aériens, organisée par moi et mon ami regretté Teisserenc de Bort à Kiruna en Laponie, on a lancé 72 ballons-sondes, dont 47 sont retrouvés. De ces 47 ballons, seulement 3 ont été retrouvés à l'ouest du méridien de Kiruna; un a monté à plus de 10^{km} et retomba à Kiruna; tous les autres ont été trouvés *à l'Est* jusqu'en Finlande.

Un transport d'une masse d'air à une grande distance de l'Est à l'Ouest est en général impossible dans la zone tempérée à cause de la circulation générale de l'atmosphère. M. Sebert mentionne les poussières volcaniques qui flottent souvent pendant longtemps dans les régions les plus hautes de l'atmosphère et qui causent un voile gris couvrant le ciel, ou même un brouillard sec et souvent des crépuscules rouges. Les éruptions de l'Etna en 1723, d'Islande en 1783, du Krakatau en 1883 et de Viatmai en 1912 ont été suivies de phénomènes semblables. L'éruption du Krakatau était la plus formidable; l'explosion lançait des masses volcaniques à une hauteur énorme et des quantités immenses de poussières très fines restaient flot-

tantes pendant plusieurs années dans les régions les plus hautes de l'atmosphère. Encore en 1890 on les voit pendant les nuits claires comme des *nuages argentés* dont M. Jesse, à Berlin, mesurait la hauteur moyenne énorme de 82^{km}. Par conséquent ces poussières avaient atteint la *stratosphère* où les mouvements verticaux n'existent plus et où la température (environ — 60°) reste presque constante à toute hauteur. Or les poussières sont tombées extrêmement lentement et par très petites quantités dans l'atmosphère inférieure et n'ont pas pu causer des pluies dans les couches supérieures très sèches; d'ailleurs, les fumées des mines les plus fortes n'atteignent guère une telle hauteur.

NOMINATIONS.

M. E.-L. **Bouvier** est désigné pour faire une lecture dans la Séance publique solennelle des cinq Académies, qui aura lieu le 25 octobre prochain.

RAPPORTS.

Rapport sommaire présenté au nom de la Commission de Balistique, par M. **P. Appell.**

M. **René Garnier** adresse, à la date du 3 août 1917, une Note détaillée *Sur les valeurs limites de certains coefficients différentiels d'une trajectoire balistique.*

CORRESPONDANCE.

MM. **Gaston Julia**, **Jules-Mathieu Lambert** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le premier trimestre de* 1917. Note de M. J. Guillaume, présentée par M. B. Baillaud.

On compte 64 jours d'observations dans ce trimestre et les principaux faits qui en résultent se résument ainsi :

Taches. — L'activité, dans le phénomène des taches, a été plus grande dans ce trimestre que dans le précédent [1] : l'augmentation est, relativement au nombre des groupes, d'environ un tiers, avec 89 au lieu de 68, et celle de l'aire tachée d'environ moitié, avec 9162 millionièmes au lieu de 4711.

Il y a eu, d'ailleurs, deux groupes *visibles à l'œil nu* et le second compte parmi les plus considérables enregistrés. Ces deux groupes sont les suivants du Tableau I :

Janvier 3,5 à + 15° de latitude,
Février 9,4 à — 16° de latitude.

Dans la répartition des taches entre chaque hémisphère, on note 1 groupe en moins au sud de l'équateur (30 au lieu de 31), et 22 en plus au nord (59 au lieu de 37).

Enfin, leur latitude moyenne reste sensiblement stationnaire avec — 17°,4 et + 15°,8 au lieu de — 17°,8 et + 16°,0.

Régions d'activité. — On a enregistré 147 groupes de facules avec une surface totale de 178,7 millièmes, contre 127 groupes et 130,2 millièmes, précédemment.

Leur distribution de part et d'autre de l'équateur accuse une augmentation de 4 groupes au sud (59 au lieu de 55), et de 16 au nord (88 au lieu de 72).

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1917. — 0,00.			
29- 1	3	2,4	—12		6
29-31	2	2,5		+25	60
29- 9	7	3,5		+15	1046
29- 5	4	4,1		+14	280
31-11	7	5,4		+14	450
5-11	4	6,7		+12	18
		Janvier (suite).			
6-13	4	8,5		+24	64
9-13	3	8,6		+13	44
6-13	4	8,8	—22		9
6-15	5	11,4		+17	21
11	1	11,7	— 9		4
11-15	3	12,6	—16		10

[1] *Comptes rendus*, t. 164, 1916, p. 398.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier (suite).			
9-18	5	12,8		+15	100
9-15	4	13,5		+14	43
11-20	5	15,0		+20	98
18-20	2	16,3		+17	10
18	1	17,7		+15	3
15	1	18,3		+28	2
13-21	5	19,2	—20		64
18-20	2	21,1	—23		7
20	1	21,9	—17		14
18-29	6	23,5	—11		85
20-30	6	24,3		+27	131
20-30	6	24,6	—24		28
29	1	24,6		+10	22
21-29	4	25,6		+11	28
25-26	2	26,6		+ 9	19
30- 2	4	28,1	—19		9
3- 4	2	30,2		+29	23
25- 2	7	30,4		+13	53
	16 j.		—17°,3	+17°,1	
		Février. — 0,00.			
26- 1	5	1,6		+12	29
29-31	3	1,7		+ 7	7
29	1	2,5	—24		3
30- 7	6	3,0		+24	75
30- 6	7	4,9		+23	152
30- 7	8	5,2		+ 1	82
9-12	4	7,7		+16	113
3-12	8	8,9		+12	48
4-16	10	9,4	—16		2250
4-15	9	10,0		+ 7	54
6-11	5	10,5	—13		8
9-10	2	10,7	—22		9
6-14	7	11,4		+20	24
14-17	4	13,2	— 6		73
10-14	4	13,3		+21	28
15	1	13,8	—25		4
14-22	8	16,9	—16		197
11-21	9	18,3	—22		70
16-24	8	19,9	—12		78
26-28	2	22,6	—27		9
18-24	2	23,9	—18		5
21-22	2	24,0		+ 9	8

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Février (suite).			
21-26	5	25,5		+19	16
1	1	26,6		+14	37
1- 4	3	27,7		+10	64
	24 j.		—18°,3	+13°,9	
		Mars. — 0,00.			
28- 6	4	1,3		+32	8
24- 4	8	1,9		+21	95
3- 6	4	2,6		+14	285
26- 3	5	4,1	—21		43
28-10	8	4,7		+25	139
28	1	4,9	—20		6
27-11	10	5,8		+13	136
4	1	7,2		+20	60
1-13	9	8,6	—16		430
10-13	3	8,9		+15	16
14	1	9,7		+18	113
5-17	10	11,4		+19	234
10-17	7	11,8	—11		89
10-16	6	11,8		+ 7	36
16-19	4	13,0		+ 8	134
13-17	5	13,2		+20	49
11-13	2	15,3		+ 4	6
18-19	2	15,7	—14		3
13	1	17,1		+ 6	15
21	1	17,7		+20	6
13-23	10	19,3	—10		218
14-21	8	19,9		+13	36
17-23	7	22,1	—28		46
18-26	7	22,5	—14		17
20-30	9	25,2		+ 9	180
20-30	9	25,4		+18	124
23-26	2	26,2		+11	7
26-30	4	27,9		+ 9	24
30	1	28,4	—14		9
26- 3	8	29,0		+14	70
26- 4	9	29,7		+14	180
26-28	2	30,1		+24	15
26- 2	7	31,6		+ 9	46
26- 2	7	31,7		+24	93
	24 j.		—16°,4	+15°,9	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1917.	Sud. 90°–40°	40°–30°	30°–20°	20°–10°	10°–0°	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°	10°–20°	20°–30°	30°–40°	40°–90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier......	»	»	3	6	1	10	20	2	13	5	»	»	30	2751
Février......	»	»	5	5	1	11	14	5	6	3	»	»	25	3443
Mars........	»	»	2	6	1	9	25	7	12	5	1	»	34	2968
Totaux....	»	»	10	17	3	30	59	14	31	13	1	»	89	9162

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1917.	Sud. 90°–40°	40°–30°	30°–20°	20°–10°	10°–0°	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°	10°–20°	20°–30°	30°–40°	40°–90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier......	»	»	11	10	»	21	24	»	11	10	3	»	45	52,0
Février.....	»	»	10	8	1	19	26	4	12	6	4	»	45	54,7
Mars........	»	»	7	11	1	19	38	9	15	7	7	»	57	72,0
Totaux....	»	»	28	29	2	59	88	13	38	23	14	»	147	178,7

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude du système eau, oxalate d'uranyle, oxalate d'ammonium.* Note (1) de M. A. Colani, présentée par M. A. Haller.

On connaît jusqu'ici deux combinaisons de l'oxalate d'uranyle avec l'oxalate neutre d'ammonium :

1° $(NH^4)^2(UO^2)(C^2O^4)^2, 2H^2O$, décrite par Rosenheim et Lienau (2), puis par Wyrouboff (3). Antérieurement, Peligot (4) avait préparé l'hydrate à $3H^2O$ du même sel double, hydrate que je n'ai pu reproduire.

2° $(NH^4)^4(UO^2)(C^2O^4)^3$ obtenue par Wyrouboff vers 60° et à des températures plus élevées.

L'étude des courbes de solubilité du système eau, oxalate d'uranyle, oxalate neutre d'ammonium, résumée dans le Tableau suivant, confirme ces résultats. En outre, ces courbes mettent en évidence une combinaison nouvelle $(NH^4)^2(UO^2)^2(C^2O^4)^3, 3H^2O$; elles montrent qu'à 50° il ne se

(1) Séance du 23 juillet 1917.

(2) Rosenheim et Lienau, *Zeitschr. anorg. Chemie*, t. 20, 1899, p. 281.

(3) Wyrouboff, *Bull. Soc. fr. Minéral.*, t. 32, 1909, p. 351.

(4) Peligot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. 5, 1842, p. 41.

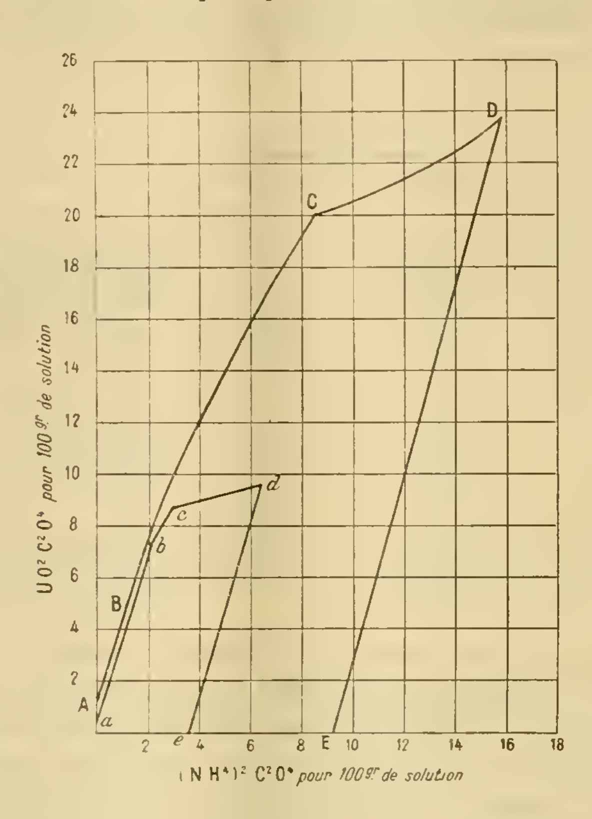
forme que des sels anhydres non encore connus et elles vérifient l'exactitude des résultats de Wyrouboff relativement aux températures d'existence du corps $(NH^4)^4(UO^2)(C^2O^4)^3$.

Tous les résultats du Tableau sont exprimés en grammes de sel anhydre pour 100^g de solution. Pour l'isotherme de 75° je n'ai indiqué que les points de transformation relatifs à $(NH^4)^4(UO^2)(C^2O^4)^3$.

Température.	Point de transformation.	Solution $UO^2C^2O^4$.	Solution $(NH^4)^2C^2O^4$.	Phase solide.
15°	*a*	0,47	0	$UO^2C^2O^4, 3H^2O$
	b	7,19	2,14	$(NH^4)^2(UO^2)^2(C^2O^4)^3, 3H^2O$
	c	8,78	2,99	$(NH^4)^2(UO^2)(C^2O^4)^2, 2H^2O$
	d	9,66	6,43	$(NH^4)^2C^2O^4, H^2O$
	e	0	3,69	
50°	A	1,00	0	$UO^2C^2O^4, 3H^2O$
	B	5,11	1,36	$(NH^4)^2(UO^2)^2(C^2O^4)^3$
	C	19,89	8,52	$(NH^4)^2(UO^2)(C^2O^4)^2$
	D	23,82	15,90	$(NH^4)^2C^2O^4, H^2O$
	E	0	9,36	
75°	δ	28,56	18,70	$(NH^4)^4(UO^2)(C^2O^4)^3$
	ε	29,59	21,17	

Les équilibres correspondant à la branche de courbe δε sont très longs, très difficiles à atteindre et les résultats sont incertains. Pour les oxalates alcalins à 15° ou à 50° les équilibres entre la liqueur et la phase solide deviennent pénibles à obtenir dès qu'on approche du point où la phase solide passe à l'oxalate alcalin. Mais ici le phénomène est exceptionnellement marqué. D'autre part, si l'on attend trop longtemps, on est gêné par un commencement de décomposition de l'oxalate d'ammonium en ammoniaque volatile et en acide oxalique, de sorte qu'on trouve souvent dans les liqueurs un excès d'acide oxalique par rapport à l'ammoniaque et à l'uranyle. Ce qui gêne l'obtention des équilibres, c'est très probablement la formation d'un composé complexe, plus difficilement dissociable par l'eau que les corps obtenus à température plus basse, ou en présence de moins d'oxalate d'ammonium. En effet, à la température ordinaire, on peut considérer les composés obtenus comme des sels doubles ou comme des complexes très fortement dissociés, les solutions en équilibre avec la phase solide oxalate d'ammonium ayant encore presque toutes les réactions des sels d'uranyle. A 75°, au contraire, si de telles solutions réagissent encore

normalement avec le sulfhydrate d'ammoniaque ou avec le ferrocyanure de potassium, elles ne précipitent plus que difficilement et incomplètement par l'ammoniaque qu'il faut employer en très grand excès; par refroidissement à 50° et au-dessous, la précipitation deviendra totale.



On peut considérer le corps $(NH^4)^4(UO^2)(C^2O^4)^3$, qui se forme seulement au-dessus de 50°, comme un complexe d'indice de coordination 6 et l'écrire $[UO^2(C^2O^4)^3](NH^4)^4$. Mais, d'après les travaux de M. Pascal (¹), l'indice de coordination maximum caractérise jusqu'ici pour l'uranyle des complexes où les réactions de ce radical sont complètement masquées. Cette remarque de M. Pascal n'a du reste été faite que pour les complexes minéraux.

(¹) PASCAL, *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 932.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la purification des sels par clairçage ou par cristallisation fractionnée.* Note [1] de M. **E. Rengade**, présentée par M. H. Le Chatelier.

En principe on nomme *clairçage* le déplacement, au moyen d'eau pure ou d'un solvant approprié, de l'eau mère impure imprégnant des cristaux.

Par une extension naturelle on peut également appeler *clairçage* l'opération qui consiste à traiter, par une petite quantité d'eau, ou de solvant à froid, un corps soluble mélangé d'une impureté également soluble, de manière à dissoudre totalement celle-ci tout en laissant la majeure partie du corps pur.

La même purification peut également être réalisée par une cristallisation fractionnée, en dissolvant à la fois le corps et l'impureté dans une quantité suffisante de solvant, et faisant ensuite recristalliser le corps pur soit par refroidissement, soit par évaporation, en s'arrêtant au moment où l'impureté est encore dissoute dans les eaux mères.

Il est d'ailleurs évident que, *pour une même température finale*, les deux opérations, clairçage ou cristallisation fractionnée, mettent à profit le même équilibre entre solvant et cristaux, et sont par suite théoriquement équivalentes, les seules différences, d'ordre pratique, ont trait, soit à la dépense de chaleur nécessitée par la dissolution ou l'évaporation dans la cristallisation fractionnée, soit, dans le clairçage à froid, à l'obligation d'attendre une diffusion complète, ce qui exige un temps plus considérable.

Mais dans les deux cas, en supposant l'équilibre final parfaitement réalisé, les données quantitatives sont les mêmes. Nous raisonnerons donc uniquement dans le cas du clairçage.

L'analyse de l'opération est plus ou moins complète suivant la nature de l'*impureté*. Le cas le plus simple est celui où l'impureté est sans action chimique sur le corps principal; par exemple : deux sels ayant un ion commun. Nous étudierons le cas plus général de deux sels solubles à ions différents, qui comprend d'ailleurs le précédent, comme nous le verrons.

Les deux sels, en réagissant l'un sur l'autre, peuvent donner par double

---

[1] Séance du 30 juillet 1917.

décomposition deux autres sels, de sorte qu'on a à considérer un équilibre entre quatre sels et la solution.

Pour fixer les idées, supposons du nitrate d'ammoniaque mélangé d'une petite quantité de chlorure de sodium, et proposons-nous de traiter ce mélange par une quantité d'eau infiniment petite au début, puis progressivement croissante, de manière à ne laisser que du nitrate d'ammoniaque pur.

Pour une quantité d'eau assez faible il y aura sûrement un excès, soit des

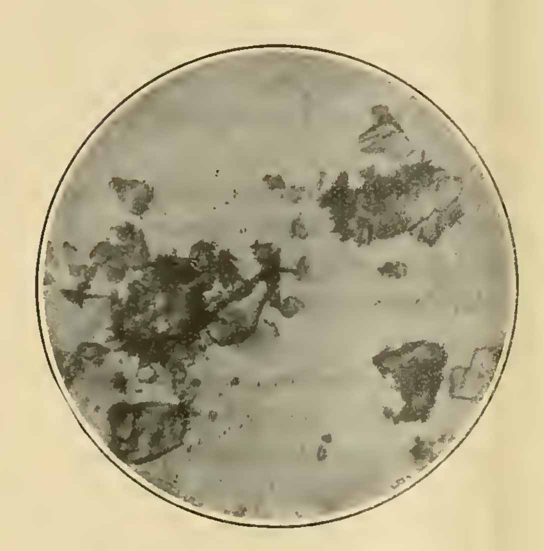




Fig. 1.

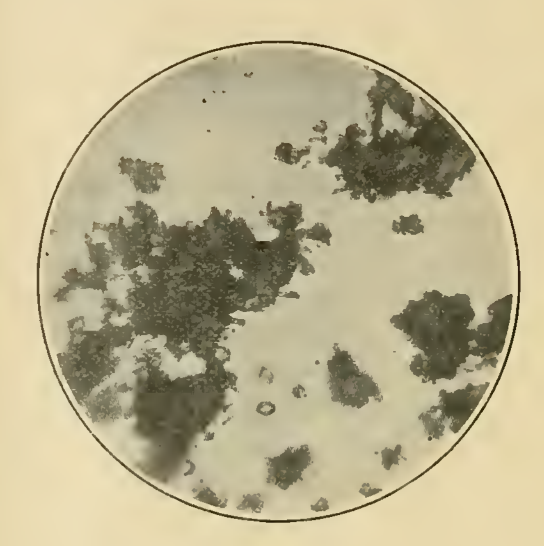


Fig. 2.

sels initiaux NO^3Am et $NaCl$, soit de leurs produits de réaction NO^3Na et $AmCl$; la composition de la solution en présence sera donc déterminée à une température constante et sera fonction de la température, quelle que soit la proportion des corps initiaux; en d'autres termes l'équilibre sera monovariant (nous supposons la pression constante). La règle des phases montre alors qu'il doit y avoir quatre phases en présence, c'est-à-dire, outre la solution, trois sels solides, et trois seulement. Il y aura donc, de toute nécessité, réaction entre l'eau et les sels primitifs et formation d'un nouveau sel à l'état solide.

Mais des quatre sels possibles, quels sont les trois qui vont subsister? En plaçant sur le porte-objet du microscope une goutte de liquide de clairçage et en y projetant successivement les quatre sels, on voit que NO^3Am, NO^3Na, $AmCl$ y restent inaltérés; au contraire une parcelle de $NaCl$ est

immédiatement décomposée : des arborescences facilement reconnaissables pour Am Cl surgissent à sa surface et s'accroissent rapidement, faisant disparaître en quelques minutes le cristal initial, en même temps que se déposent de beaux rhomboèdres de NO^3Na (*fig.* 1, 2 et 3).



Fig. 3.

Donc, quand on traite, par une petite quantité d'eau, un mélange de $NO^3Am + NaCl$ à la température ordinaire, le dernier sel disparaît complètement et est remplacé par $NO^3Na + AmCl$.

D'autre part, l'analyse de la solution en équilibre lui donne la composition suivante rapportée à 100^g d'eau.

A 16° :

	Milliatomes-grammes.
NO^3	2750
Cl	485
Am	2288
Na	947

L'eau enlève donc au mélange primitif plus d'ions Na que d'ions Cl. Si alors nous augmentons progressivement la quantité d'eau, nous dissoudrons simultanément les trois sels NO^3Am, NO^3Na et Am Cl, le second en proportion plus considérable que le troisième, mais la composition du liquide restera constante jusqu'au moment où tout NO^3Na sera dissous, et où il ne restera plus que le mélange $NO^3Am + AmCl$. A ce moment, et en sup-

posant éloignée la solution précédente, on aura un nouvel équilibre monovariant avec une solution de composition constante correspondant aux *solubilités simultanées* des deux sels [1], jusqu'au moment où AmCl sera dissous en totalité, laissant à l'état de pureté l'excès de NO^3Am.

En d'autres termes la purification demandée s'effectuera en deux étapes successives, et il suffira de déterminer, par l'analyse, la composition des deux solutions saturées correspondantes pour pouvoir calculer la proportion minima d'eau nécessaire à la purification complète d'un mélange donné à une température donnée.

Le même calcul s'applique évidemment au cas de la cristallisation fractionnée : soit par dissolution préalable du mélange solide; soit, ce qu'on fait le plus souvent en pratique, par addition d'une quantité convenable d'eau à la solution chaude dont l'évaporation à sec aurait donné ce même mélange, solution elle-même obtenue par double décomposition à chaud et filtration des sels solides formés.

Les considérations exposées permettent donc, en définitive, de discuter quantitativement le problème de la préparation d'un sel pur par double décomposition saline réversible.

GÉOLOGIE. — *Existence d'un centre de symétrie approché dans la figure formée par les lignes directrices du système alpin : interprétation tectonique de cette quasi-symétrie.* Note posthume de M. **Albert Cochain**, présentée par M. Pierre Termier.

Lorsque, sur une carte d'ensemble à petite échelle, on considère la figure formée par les lignes directrices principales du système alpin, on constate que cette figure possède un *centre de symétrie* approché, situé dans la partie médiane de l'Apennin. L'Apennin septentrional est symétrique de l'Apennin méridional; à la courbure des Alpes occidentales répond la courbure de la Calabre et de la Sicile; les Alpes orientales et une partie des Carpathes correspondent à l'Atlas méditerranéen; la courbure des Carpathes orientales s'oppose à la torsion de Gibraltar, les Carpathes méridionales à la Cordillère bétique, enfin les Balkans aux Pyrénées. La symétrie n'est pas parfaite : tandis que les Balkans se raccordent au delà du Danube avec les Alpes de Transylvanie, il y a une lacune entre les Pyrénées et les Baléares.

---

[1] D'ailleurs différentes des solubilités de chacun des sels isolés.

Mais elle n'en existe pas moins dans son ensemble, frappante tant par l'analogie des formes que par la similitude des dimensions.

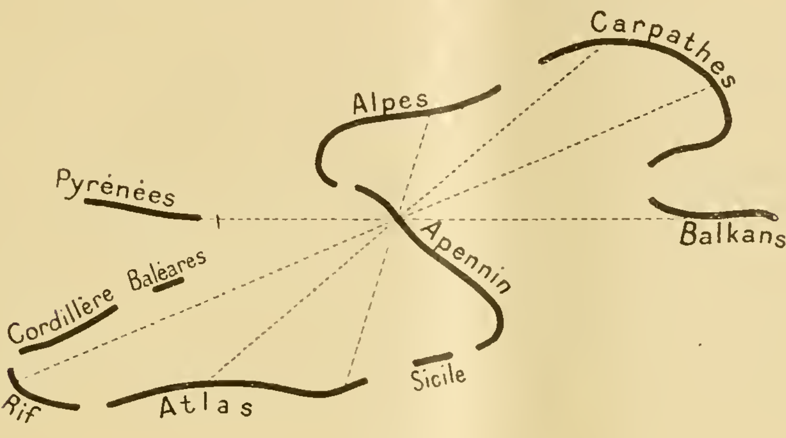


Fig. 1.

Il est impossible qu'une telle symétrie soit l'œuvre du hasard. Elle doit avoir pour cause déterminante une symétrie des déformations de l'*écorce résistante*, lesquelles, tout en entraînant celles de l'*écorce passive*, ne leur sont pas identiques. Or, j'ai montré dans deux Notes précédentes ([1]) comment, de la considération des fossés d'effondrement et des volcans, on pouvait essayer de déduire le tracé des déformations de l'écorce résistante. Si j'applique cette méthode à l'Europe méridionale et à la région méditerranéenne, je suis conduit à envisager deux directions de dislocations récentes : l'une, la direction du fossé rhénan, qu'on retrouve en Limagne, dans les volcans d'Auvergne, et dans les volcans italiens (alignement Etna, Stromboli, Vésuve); l'autre, sensiblement perpendiculaire à la première, voilée dans l'Europe méridionale et dans la région méditerranéenne par les plissements et les effondrements de l'écorce passive, mais bien visible plus au Nord, en Allemagne, en Autriche, dans la Russie méridionale, et correspondant à ce qu'Éduard Suess a appelé les *lignes de Karpinsky*. Je déduis de là que deux *bandes de flexion*, sensiblement rectangulaires, ont, sous l'Europe et la Méditerranée, affecté l'écorce résistante; et, puisque le système des plissements alpins a, vers le milieu de l'Apennin, un centre de symétrie, les axes des deux bandes de flexion, que je dénommerai respectivement

([1]) Albert Cochain, *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 29 et 155.

bande rhénane et *bande de Karpinsky*, doivent passer par ce centre de symétrie.

Il faut donc se représenter la portion sud-européenne et nord-africaine de l'écorce résistante comme une sorte de pyramide quadrangulaire aplatie, aux dièdres très obtus, dont le sommet correspond au centre de l'Apennin. Par suite de la flexion, ces dièdres tendent à diminuer, à se faire moins obtus; les angles des faces tendent à diminuer eux aussi. Par suite, les axes des bandes de flexion de l'écorce résistante tendent à se rapprocher. Mais, dans l'intervalle qui les sépare, l'écorce passive n'est pas soumise aux mêmes efforts que l'écorce résistante : elle va rester en place, et tout se passera comme si, entre les axes des bandes de flexion, les parties profondes des zones de l'écorce cheminaient sous les parties superficielles. Celles-ci vont donc être *charriées* horizontalement vers les axes des bandes de flexion. Représentons ces axes par deux droites rectangulaires, se coupant en B, et considérons un point C situé sur la bissectrice de cet angle droit. Par suite de l'affaissement de la région intermédiaire entre les deux bandes de flexion, le point C de l'écorce résistante tend à se rapprocher du point B. Il y aura donc, dans l'écorce passive et au-dessus de C, charriage vers l'extérieur. De même, en deux points A et D de l'écorce passive, symétriques l'un de l'autre par rapport à la bissectrice, il y aura tendance à charriage vers les régions qui surmontent les axes. Ainsi se constituera un arc montagneux ACD dans l'écorce passive : et, tout le long de cet arc, les charriages, ou tout au moins le déversement des plis, seront vers l'extérieur, comme l'indiquent les flèches dans la figure ci-dessous.

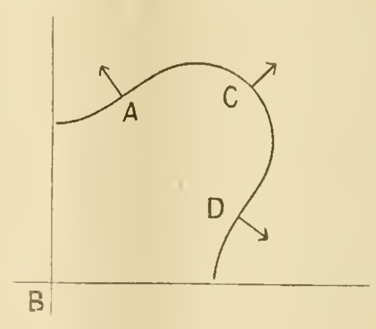


Fig. 2.

Ainsi s'expliquent séparément : l'*arc carpathique*, avec charriages vers le Sud dans les Alpes de Transylvanie, vers le Nord dans les Carpathes septentrionales; l'*arc alpin*, charrié vers le Nord en Suisse et en Autriche,

vers l'Ouest et même le Sud-Ouest, dans les Alpes franco-italiennes; l'*arc calabro-siculo-tunisien*, avec charriages vers l'Est en Calabre, vers le Sud-Est et le Sud en Sicile et en Tunisie; l'*arc de Gibraltar*, avec charriages vers le Sud en Algérie et au Maroc, vers le Nord-Ouest dans la Cordillère bétique et les Baléares.

De nombreuses irrégularités restent toutefois à expliquer. Les Balkans et les Pyrénées, symétriques entre eux, paraissent dus à une cause spéciale. Pourquoi l'Apennin, charrié vers l'Est et le Nord-Est, passe-t-il par le centre du système? Comment rendre compte de quelques particularités de détail, telles que le *plissement en retour*, avec déversement vers l'Est, des Alpes piémontaises, les plissements provençaux, les effondrements tyrrhéniens et adriatiques? La théorie générale que je propose ne sera recevable que si elle donne des raisons plausibles pour toutes les irrégularités et pour la plupart des phénomènes secondaires.

GÉOLOGIE. — *La zone frontale des nappes préyunnanaises dans les régions de Bao-lac et de Cao-bang.* Note de M. J. **Deprat**, présentée par M. Pierre Termier.

J'ai montré, dans mes travaux antérieurs, que la région cristallophyllienne et granitique du Tonkin central est entourée par une vaste zone courbe de nappes que j'ai appelée *zone* ou *arc* des nappes préyunnanaises. J'ai exposé longuement comment ces nappes se sont étendues à l'Est entre Ha-giang et le Dong-quan, venant chevaucher la bordure de la région autochtone qui s'étend vers le Kwang-si et le Tonkin oriental. J'ai indiqué que mes premières études dans la région de Bao-lac m'assuraient de la continuité de ces nappes vers le Sud-Est. Les recherches détaillées que j'ai entreprises dans les régions de Cao-bang et de Bao-lac ont pleinement confirmé cette appréciation.

Les deux coupes jointes à cette Note montrent l'allure des terrains, d'une part entre le Song-Gam et la frontière de Chine en passant près de Bao-lac; la seconde offre une section passant par le Pia-Oac. Nous sommes ici dans la région de bordure des nappes préyunnanaises. La première coupe montre une nappe préyunnanaise que j'ai vérifiée être le prolongement précis vers le sud-est de la nappe du Song-Mien, cette nappe si bien individualisée que j'ai décrite antérieurement; ce sont également les calcaires laminés, les mylonites, les brèches, qui sont la caractéristique absolue des nappes préyun-

nanaises et affectent le Cambrien, le Silurien et le Carbonifère. L'empilement des écailles et leur pendage régulier au Sud-Ouest est caractéristique.

Cette nappe porte vers l'Ouest une énorme série cristallophyllienne très disloquée, renfermant de grandes lentilles écrasées des terrains cités plus haut, et des masses éruptives, comme le Pia-ya qui n'est aucunement un culot de granite perçant et métamorphisant des calcaires presque horizontaux ainsi qu'on l'a décrit avant moi, mais une masse exotique qui n'a *aucun rapport* de contact métamorphique avec les calcaires écrasés encaissant. Toutes les formations mylonitiques du Tonkin ont été signalées avant mes recherches comme des formations métamorphiques (Lantenois, Zeil), malgré l'absence de minéraux de contact, ce qui interdisait toute compréhension de la structure du Tonkin, raison pour laquelle j'insiste sur ce fait. Vers l'Est, cette nappe chevauche une écaille dans laquelle les faciès lithologiques changent totalement, et qui est formée de Silurien (Ordovicien et Gothlandien) très abîmé, mais non mylonitisé, et fossilifère. Cette écaille, visible sur la figure 1, a glissé sur la bordure renversée de la région autochtone orientale. La seconde coupe schématise la structure tectonique à 50^{km} au Sud-Est. Elle montre la nappe dite du *Song Mien* écrasée ici sous une nappe plus occidentale formée d'un empilement de longs plis couchés et laminés, toujours formés des types lithologiques caractéristiques des nappes préyunnanaises avec des microgranites. Entre elle et cette nappe supérieure passe une masse cristallophyllienne et granitique, la masse du Pia-Oac, qui n'est pas plus que le Pia-ya un culot granitique en place. A l'ouest du Pia-Oac une série de schistes et de calcaires écrasés non métamorphiques, très typiques, s'enfonce sous les granites. Vers l'Est, nous retrouvons à l'est de Nguyên-binh l'écaille intermédiaire vue dans la coupe précédente, formée d'Ordovicien et de Gothlandien fossilifères, très disloquée, mais non mylonitique. Enfin à l'Est, nous abordons la région autochtone, formée de plis serrés, mais où les fossiles siluriens se recueillent en abondance.

Les différences entre les formations paléozoïques de la région autochtone et les formations écrasées des nappes préyunnanaises sont tranchées, bien qu'il s'agisse des mêmes termes géologiques. Ainsi nous retrouvons les mêmes éléments tectoniques, avec naturellement des variations dans l'allure locale des accidents, qu'entre Ha-giang et le Dong-quan. Vers le Sud-Est j'ai observé des débris de la nappe du Song-Mien pincés dans des plis entre Thât-khé et Don-khé.

J'apporterai une précision nouvelle à l'ensemble de mes descriptions

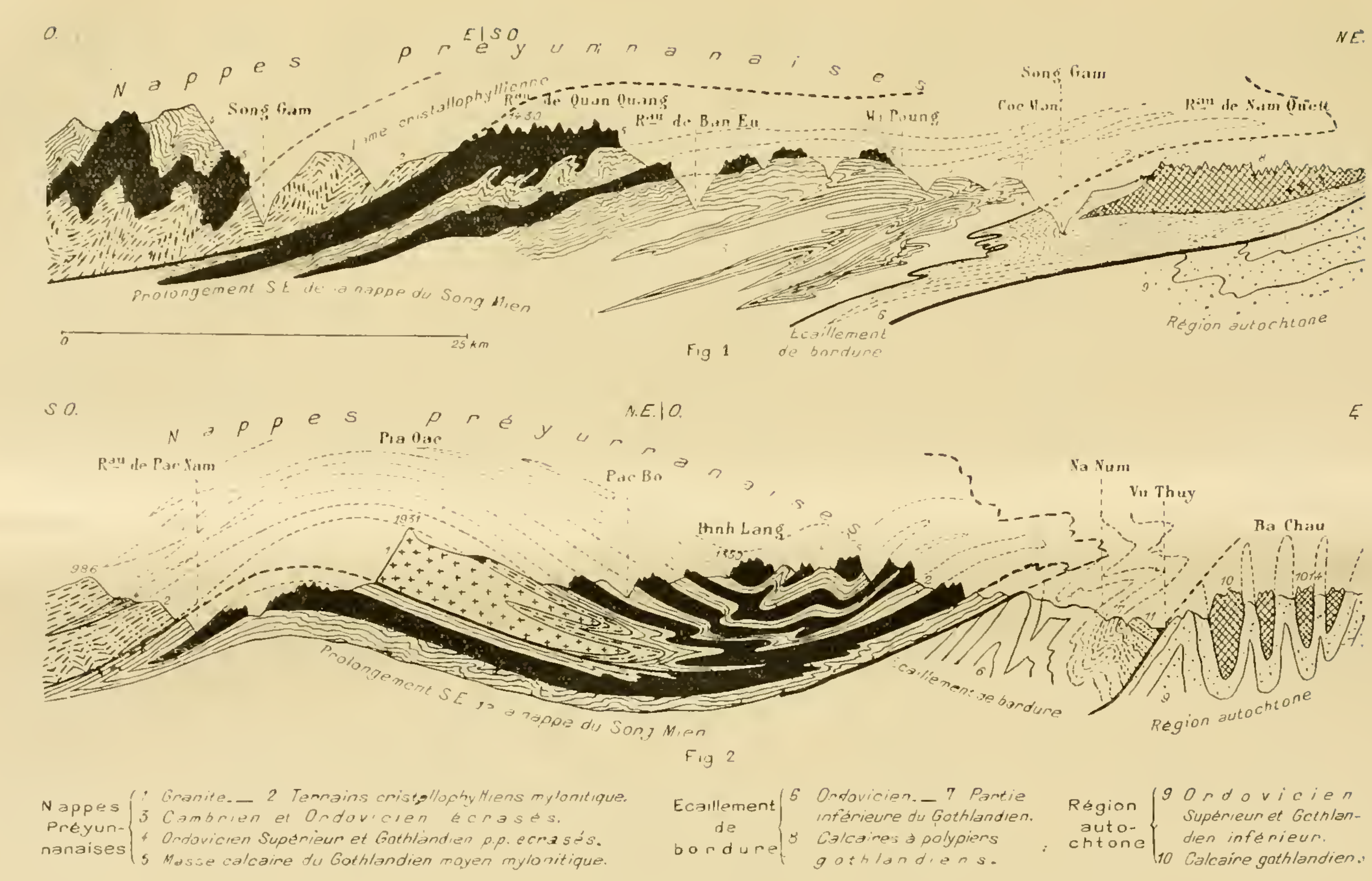


Fig 1

Fig 2

Nappes Préyunnanaises: 1 Granite. — 2 Terrains cristallophylliens mylonitique. 3 Cambrien et Ordovicien écrasés. 4 Ordovicien Supérieur et Gothlandien p.p. écrasés. 5 Masse calcaire du Gothlandien moyen mylonitique.

Écaillement de bordure: 6 Ordovicien. — 7 Partie inférieure du Gothlandien. 8 Calcaires à polypiers gothlandiens.

Région autochtone: 9 Ordovicien Supérieur et Gothlandien inférieur. 10 Calcaire gothlandien.

précédentes [1] : c'est que les nappes de la rivière Noire sont les prolongements des écaillements de bordure de la région autochtone et vont, à mesure qu'on monte de la région de Thaï-nguyên vers le Nord et le Nord-Est dans la région de Cao-bang, disparaître progressivement sous la nappe du Song-Mien qui est la plus inférieure, vers l'Est, des nappes préyunnanaises avancées sur la région autochtone. Je compte poursuivre incessamment ces études sur le terrain et me bornerai ici à cet aperçu général, déjà pressenti d'ailleurs.

PHYSIOLOGIE. — *Physiopathologie de l'effort.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Dastre.

Nous définissons l'*effort* : une action musculaire maximum, généralement soutenue, parfois instantanée.

L'objet de cette Note est de préciser les *rapports de la respiration avec l'effort*, soit à l'état normal, soit à l'état pathologique.

Technique. — Cette étude a été faite expérimentalement : on enregistre simultanément la courbe de pression de l'air dans les poumons, que j'ai appelée *tonogramme;* celle des variations d'amplitude du périmètre thoracique ou *pneumogramme de Marey;* et enfin la courbe de l'effort musculaire des membres supérieurs, évaluée en kilogrammes.

Tantôt on soulève *brusquement* des haltères de 10^{kg} à bras tendus, tantôt on exerce une pression *continue* ou une traction considérable, etc., exercices aussi voisins que possible, par la forme et l'intensité, de ceux de la vie professionnelle, de la vie agricole notamment. En moyenne, cette intensité de l'effort est comprise entre 25^{kg} et 40^{kg}. Nous n'insisterons pas sur la technique, exposée par nous ailleurs [2], et qui sera décrite dans un Mémoire spécial.

Les observations ont porté sur des adultes bien constitués, et aussi sur des blessés de guerre présentant des affections respiratoires, des paralysies ou des troubles nerveux commotionnels.

Observations. — 1° *Efforts brusques.* — La durée de ces efforts est de 3 à 4 secondes, leur valeur de 30^{kg} à 40^{kg}. On les renouvelle trois fois, à des intervalles de 2 secondes environ. Et l'on voit ceci :

---

[1] *Les zones plissées intermédiaires entre le Yunnan et le Haut-Tonkin* (*Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 640); *Sur la structure de la zone interne des nappes préyunnanaises* (*Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 637); *Études géologiques sur la région septentrionale du Haut-Tonkin* (*Mém. Serv. géologique Indochine*, vol. IV, fasc. 4, 1915).

[2] Jules Amar, *Organisation physiologique du Travail*, p. 84; Paris, 1917, Dunod et Pinat, éditeurs.

L'effort est tout de suite un maximum, et sa courbe donne un plateau parfaitement horizontal. En regard, la courbe tonographique *s'arrête à une inspiration profonde*, également en plateau rectiligne, et correspondant à 75^{mm} de mercure manométrique. Mais la courbe pneumographique est ondulée, en inspiration aussi; elle est inconstante, et trahit une contraction décroissante des muscles du thorax.

Il est manifeste que le volume d'air enfermé dans les poumons a servi à constituer une *résistance intérieure* pour équilibrer la tension des muscles du tronc sollicités par l'effort. Mais cette tension *dépasse la valeur utile*, à laquelle elle retombe par adaptation. Il y a là un *réflexe respiratoire défensif*, grâce auquel l'organisme se pourvoit à l'excès en air pulmonaire pour sa résistance mécanique et son besoin d'oxygène.

Nous avions montré, en 1910, que cet excès ou ce *gaspillage* caractérise toujours la mise en train de l'appareil musculaire ([1]).

Nos graphiques prouvent, au surplus, que la *répétition de l'effort*, à valeur égale, conduit à une moindre fatigue respiratoire, environ les 60 pour 100 du début.

2° *Efforts prolongés*. — Par des exercices de pression ou de traction, dont la durée atteint 10 à 50 secondes, on a pu constater que *l'arrêt respiratoire a lieu en expiration* vers le milieu de cette période, et d'autant plus près de l'inspiration précédente que l'effort est plus grand. En d'autres termes, l'intensité de l'action musculaire règle le volume d'air qui restera comprimé dans les poumons. Pour des valeurs modérées, la respiration totale, avec toutes ses phases, mais *très diminuées comme amplitude*, continue de se produire.

Et voici des conséquences importantes des faits qui précèdent.

Tout d'abord, la manifestation volontaire ou accidentelle d'un effort nécessite une contraction synergique des muscles, telle que le thorax subit une pression totale de 200^{kg} à 300^{kg}. La ventilation pulmonaire demande environ 3^{l} *d'air* dans une seule inspiration.

Ce régime est physiologiquement possible quand les sujets sont bien portants. Tout autre est la condition de nombreux blessés de guerre. Sans entrer ici dans le détail, nous dirons qu'il leur est rarement possible de dépasser un volume d'air inspiré de 2^{l}, et de soutenir la pression intrathoracique nécessitée par des efforts supérieurs à 20^{kg}. Ils doivent travailler en expiration ou même avec respiration entière.

Conclusion. — Ainsi, contrairement à la notion courante, *l'effort musculaire n'a pas toujours lieu en inspiration*. Il peut se manifester en période

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 680.

respiratoire ou même en respectant la respiration normale. C'est une question de degré et d'entraînement. En outre, il est indispensable de ne pas exiger de certains blessés de guerre des efforts rapides qui les mettent en *arrêt inspiratoire*, chose dangereuse pour leur état organique, et qui entraînerait des accidents. Et il est utile de surveiller l'éducation respiratoire pendant le travail ou les exercices sportifs, en vue de procurer à l'organisme le volume d'air dont ses réactions physiologiques ont besoin.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La loi d'action des masses régit-elle les réactions diastasiques?* Note de M. **Octave Bailly**, présentée par M. Moureu.

Cette question, posée par O' Sullivan et Thompson [1], a été étudiée par un grand nombre d'auteurs parmi lesquels il convient de citer E. Duclaux, Armstrong, Senter, Bach et surtout Victor Henri, Mlle Philoche et Achalme et Bresson qui ont tous eu recours pour résoudre le problème à l'étude de la vitesse d'un certain nombre de réactions diastasiques.

Il résulte des travaux de Senter [2] et de Bach [3], que seule la réaction de décomposition de l'eau oxygénée par la catalase (ferment soluble du sang, de la levure, du foie, etc.) suit d'une manière satisfaisante la loi d'action des masses, exprimée dans toutes les réactions diastasiques envisagées par les auteurs précités, par la formule monomoléculaire

$$\frac{dx}{dt} = k(a - x),$$

d'où

$$k = \frac{1}{t} \log \frac{a}{a - x}.$$

Dans le cas des autres diastases (invertine, émulsine, maltase, lactase, lipase, zymase, etc.) les choses sont plus compliquées et les auteurs dont les formules rendent suffisamment compte des faits expérimentaux sont obligés d'introduire des données supplémentaires : Victor Henri [4] admet l'hypothèse de combinaisons intermédiaires entre la diastase et le produit décomposé; Bodenstein part de l'hypothèse d'une action empêchante sur la diastase de la substance sur laquelle elle agit et des produits de décomposition de cette substance; Achalme et Bresson [5] tiennent compte de la viscosité du milieu, etc.

L'étude de la vitesse des réactions diastasiques est donc bien loin d'avoir

---

(1) O' Sullivan et Thompson, *Journ. of chem. Soc.*, t. 57, 1890, p. 834.

(2) Senter, *Zeits. f. physik. Chem.*, t. 44, 1903, p. 257, et t. 51, 1905, p. 673.

(3) Bach, *Ber. d. deutsch. ch. Ges.*, t. 38, 1905, p. 1878.

(4) Victor Henri, *Thèse*, Paris, 1903.

(5) Achalme et Bresson, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1328 et 1420, et Achalme, *Ibid.*, p. 1621.

apporté une solution simple, claire et définitive à la question posée au début de cette Note.

Pour des raisons d'ordre théorique, j'ai pensé que l'étude des états d'équilibre substituée à celle des vitesses, conduirait vraisemblablement à des résultats plus satisfaisants et n'entraînerait l'adjonction d'aucune donnée supplémentaire.

Une telle étude nécessitait la possession *de réactions diastasiques réversibles s'effectuant en milieu homogène*. Or, on connaît depuis peu de telles réactions ainsi qu'il découle des remarquables expériences de M. Bourquelot et de ses élèves [1]; ce sont les réactions de synthèse et d'hydrolyse des glucosides α et β au moyen des glucosidases correspondantes.

Je me contenterai de relater ici les résultats que j'ai obtenus à partir de l'une de ces réactions, particulièrement bien étudiée expérimentalement par MM. Bourquelot et Verdon : la réaction bimoléculaire de synthèse et d'hydrolyse du méthylglucoside β,

$$CH^3.OH + C^6H^{12}O^6 \rightleftharpoons C^6H^{11}O^6.CH^3 + H^2O,$$

c'est-à-dire et pour se placer dans les conditions des expériences des auteurs précités, le phénomène d'équilibre auquel on aboutit quand on mélange a molécules d'alcool méthylique avec b molécules de glucose et c molécules d'eau, en présence d'émulsine. Si l'on appelle x la quantité de glucose disparue, exprimée en molécules, quand le système a atteint son état d'équilibre, la loi d'action des masses s'écrira

$$\frac{x(c+x)}{(a-x)(b-x)} = K, \tag{1}$$

soit

$$x^2(K-1) - x(Ka + Kb + c) + Kab = 0$$

et

$$x = \frac{K(a+b)+c \pm \sqrt{[K(a+b)+c]^2 - 4(K-1)Kab}}{2(K-1)}. \tag{2}$$

Par suite, si l'on calcule K à partir d'une expérience donnée choisie de façon à offrir toutes les garanties possibles de précision au moyen de la formule (1), puis qu'on porte la valeur trouvée dans la formule (2), on pourra, au moyen de cette dernière formule, prévoir les valeurs de x pour des expériences quelconques, c'est-à-dire pour des conditions initiales quelconques. Si les valeurs de x ainsi déduites par le calcul concordent avec

---

(1) Voir, à ce sujet, Ém. Bourquelot et Ém. Verdon, *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 957; Ém. Bourquelot et M. Bridel, *Ibid.*, t. 155, 1912, p. 319; Ém. Bourquelot et J. Coirre, *Ibid.*, t. 156, 1913, p. 643; Ém. Bourquelot et Ém. Verdon, *Journ. Ph. et Ch.*, t. 7, 1913, p. 19.

les valeurs expérimentales, *on sera en droit de conclure que la loi d'action des masses régit la réaction diastasique envisagée.*

Le Tableau ci-dessous résume les résultats des calculs que j'ai effectués à partir des données expérimentales de MM. Ém. Bourquelot et Ém. Verdon, résumées dans leur Note du 25 mars 1913, insérée dans ce Recueil :

Titre de l'alcool méthylique en poids.	a.	c.	x d'après l'expérience faite avec 0g,20 d'émulsine.	0g,40 d'émulsine.	0g,60 d'émulsine.	x calculé.
10......	0,307	4,913	0,00109	0,00115	0,00089	0,00111
20......	0,605	4,302	0,00203	0,00201	0,00201	0,00200
30......	0,894	3,708	0,00275	0,00275	0,00268	0,00273
40......	1,171	3,123	0,00333	0,00338	0,00337	0,00333
50......	1,435	2,551	0,00378	0,00383	0,00383	0,00383
60......	1,683	1,995	0,00418	0,00420	0,00421	0,00428
70......	1,914	1,458	0,00459	0,00459	0,00459	0,00466
80......	2,126	0,944	0,00488	0,00490	0,00488	0,00499
90......	2,317	0,458	0,00521	0,00521	0,00522	0,00528
95......	2,405	0,225	0,00529	0,00530	0,00531	0,00541

b est constamment égal à 0,00555. Quant à K = 4 je l'ai calculé à partir de l'expérience effectuée au moyen d'alcool à 30 pour 100, qui peut être considérée avec les expériences faites avec des alcools à 40 et 50 pour 100, comme offrant les meilleures garanties de précision [1].

L'examen de ce Tableau nous montre que les cinq premières valeurs calculées de x concordent exactement avec les valeurs expérimentales et que les cinq autres présentent avec ces dernières un écart de l'ordre de 2 pour 100.

Ces résultats seraient déjà amplement concluants si l'on tient compte que la loi d'action des masses, surtout en milieu liquide, n'est qu'une loi approchée, mais ils le deviennent plus encore. si l'on observe que MM. Bourquelot et Verdon font remarquer que la réaction ne leur semblait pas encore terminée, après plusieurs mois et lors de l'exécution des analyses, en ce qui concerne les expériences faites avec des alcools forts, pour lesquels effectivement les chiffres calculés sont un peu supérieurs aux chiffres expérimentaux.

---

[1] La première expérience pour laquelle l'erreur relative sur x pourrait n'être pas négligeable et les derniers essais pour lesquels l'erreur relative sur le terme $(b-x)$ pourrait être très importante sont à écarter.

COMITÉ SECRET.

Rapport (¹) *de la Commission chargée de proposer pour l'année* 1917 *la répartition du* Fonds Bonaparte.

(Commissaires : M. le Prince Bonaparte, membre de droit, et MM. d'Arsonval, président de l'Académie, Émile Picard, Bouvier, A. Lacroix, Hamy, Lallemand, A. de Gramont; Gaston Bonnier, rapporteur.)

La Commission a eu à examiner vingt et une demandes de subventions. Voulant réserver pour l'après-guerre une part importante de l'annuité, et ajournant les demandes ayant pour but des achats d'appareils, la Commission vous propose d'accorder :

1° Une somme de 2000^{fr} à M. **Edmond Bordage**, chef de Travaux pratiques à la Faculté des Sciences de Paris, pour la publication de ses recherches histologiques sur les Métamorphoses des insectes. Cette demande est appuyée par notre confrère M. *Bouvier ;*

2° Une somme de 2000^{fr} à M. **Ed. Chauvenet**, chargé de cours à la Faculté des Sciences de Besançon pour la continuation de ses recherches sur le zirconium. Cette demande est appuyée par notre confrère M. *Haller ;*

3° Une somme de 2000^{fr} à M. **Gustave Dollfus**, président de la Société Géologique de France, pour la continuation de ses études de la bordure Ouest du Bassin parisien. Cette demande est appuyée par nos confrères MM. *Douvillé* et *Termier ;*

4° Une somme de 2000^{fr} à M. **Henri Froidevaux**, archiviste-bibliothécaire de la Société de Géographie, somme destinée à la Bibliothèque de la Société de Géographie, pour l'exécution d'un catalogue des périodiques que possède la Société, et qui s'élève à plus de huit cents publications. Cette demande est appuyée par nos confrères M. le *Prince Bonaparte*, MM. *Ed. Perrier* et *A. Lacroix;*

5° Une somme de 2000^{fr} à M. **Émile Gadeceau**, correspondant du Muséum d'Histoire naturelle, pour ses études sur les forêts submergées de Belle-Ile-en-Mer. Cette demande est appuyée par nos confrères M. le *Prince Bonaparte*, MM. *Guignard*, *Gaston Bonnier*, *Mangin*, *Costantin* et *Lecomte ;*

6° Une somme de 2000^{fr} à M. **F. Gagnepain**, assistant au Muséum d'Histoire naturelle, pour l'aider à la publication d'un Dictionnaire étymo-

(¹) Séance du 30 juillet 1917.

logique des genres botaniques, avec illustrations. Cette demande est appuyée par nos confrères M. le *Prince Bonaparte*, MM. *Guignard*, *Gaston Bonnier*, *Mangin*, *Costantin* et *Lecomte*;

7° Une somme de 2000^{fr} à M. L. **Joubin**, professeur au Muséum d'Histoire naturelle et à l'Institut océanographique, pour poursuivre à Messine les recherches qu'il a entreprises sur les Céphalopodes abyssaux; cette demande est recommandée par S. A. S. le *Prince de Monaco*;

8° Une somme de 2000^{fr} à M. W. **Kilian**, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, destinée à la poursuite de ses études et de ses publications sur les faunes fossiles et la stratigraphie du Sud-Est de la France. Cette demande est appuyée par nos confrères M. le *Prince Bonaparte* et M. *A. Lacroix*.

En résumé, la Commission vous propose l'emploi suivant des sommes mises à la disposition de l'Académie par la générosité de notre confrère le Prince Bonaparte :

	fr
1. M. Edmond Bordage	2000
2. M. Ed. Chauvenet	2000
3. M. Gustave Dollfus	2000
4. M. Henri Froidevaux	2000
5. M. Émile Gadeceau	2000
6. M. F. Gagnepain	2000
7. M. L. Joubin	2000
8. M. W. Kilian	2000
Soit un total de	16000

A la suite de la distribution de 1916, il restait un reliquat de 55000^{fr}.

La Commission avait donc à sa disposition une somme de 105000^{fr}.

Si nos propositions sont acceptées, il restera en réserve une somme de 89000^{fr}.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

M. le Président se fait l'interprète de l'Académie en remerciant M. le Prince Bonaparte de son inlassable générosité, qui rend des services si effectifs à la recherche scientifique.

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 AOUT 1917.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la réduction* (mod 2) *des formes quadratiques binaires*. Note de M. G. **Humbert**.

1. *Objet de la Note.* — Stephen Smith a établi (¹) une théorie de la réduction, autre que celles de Gauss et d'Hermite, en restreignant d'abord la notion d'équivalence et en considérant l'équivalence par rapport à un sous-groupe du groupe modulaire classique.

On peut arriver à des résultats analogues, mais beaucoup plus simples, en choisissant un autre sous-groupe : cette considération de simplicité, toutefois, ne justifierait pas l'introduction de nouveaux types de réduites, après tous ceux qui ont déjà été proposés, si les réduites en question ne se présentaient pas, naturellement et comme d'elles-mêmes, dans des recherches différentes : je veux parler de ces applications des fonctions elliptiques à la Théorie des nombres, dont Hermite a donné le premier exemple dans sa *Lettre à Liouville*.

J'ai déjà indiqué ce lien (²), mais seulement dans un cas particulier; mon but est, aujourd'hui, d'exposer d'une manière complète ce que j'appellerai la *réduction* (mod 2), parce que l'on y voit apparaître, comme dans le travail de Smith d'ailleurs, mais d'une autre façon, certaines conditions de parité ou d'imparité.

Les exemples d'applications se rattachant aux fonctions elliptiques seront réservés pour une Note ultérieure.

(¹) *Mémoire sur les équations modulaires* (*R. Acad. dei Lincei*, 1877, et *Œuvres*, t. II, p. 224).

(²) *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 1358.

2. *Domaine fondamental et groupe.* — Soit, dans le demi-plan analytique, $\mathcal{O}_0$ le domaine limité (au-dessus de Ox) par la demi-circonférence de centre (o, o) et de rayon 1, et les deux droites $x = \pm 1$, qui lui sont tangentes. C'est le domaine fondamental du groupe Γ formé par les substitutions modulaires

$$(1) \qquad z' = \frac{\lambda z + \nu}{\mu z + \rho}, \qquad (\lambda\rho - \mu\nu = 1),$$

où $\lambda, \ldots, \rho$ sont des entiers réels, tels que $\lambda + \rho$ et $\mu + \nu$ soient pairs (¹). J'ai montré (²) le rôle de $\mathcal{O}_0$ et de Γ dans le développement d'une irrationnelle en fraction continue de Smith; à $\mathcal{O}_0$ et Γ correspond une *division du demi-plan* en une infinité de triangles, ou domaines, curvilignes, dont chacun, comme $\mathcal{O}_0$ lui-même, équivaut à *trois* domaines du groupe modulaire ordinaire : Γ est, en effet, un sous-groupe *d'indice trois* du groupe modulaire, mais un sous-groupe *non invariant.*

Il suffit maintenant d'appliquer à $\mathcal{O}_0$ et à Γ des raisonnements faciles pour arriver aux résultats que nous avons en vue.

3. *Formes définies (positives).* — I. *Ordre propre.* — Une forme quadratique binaire (a, b, c), primitive ou non, mais de l'ordre propre (a et c non pairs à la fois), sera dite *réduite* (mod 2) si a et c sont *impairs* et si *son point représentatif est dans* $\mathcal{O}_0$ ou *sur* la partie du contour de $\mathcal{O}_0$ située à gauche de Oy.

Analytiquement, les conditions de réduction de (a, b, c) sont :

1° a et c impairs;

2° $|b| \leqq a \leqq c$.

Si, dans 2°, on a un signe $=$, il faut ajouter $b \geqq 0$.

Il y a une et une seule réduite équivalente (dans le sens ordinaire) *à une forme donnée.*

Pour une réduite (a, b, c), les trois *minima*, c'est-à-dire les trois plus petits entiers représentables *proprement* par la forme, sont a, c, $a + c - 2|b|$; les deux premiers sont les *minima impairs*, $(a \leqq c)$; le troisième est le *minimum pair.*

II. *Ordre impropre.* — On dira qu'une forme positive (a, b, c), de l'ordre impropre (a et c pairs), est *réduite* (mod 2) si les conditions 2°

(¹) Nous dirons aussi que les substitutions $|x, y; \lambda x + \nu y, \mu x + \rho y|$ sont de Γ.

(²) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 211.

ci-dessus sont vérifiées ; a, c et $a+c-2|b|$ sont encore les trois *minima* de la forme.

Il y a ici *trois* réduites équivalentes (dans le sens ordinaire) à une forme donnée.

Remarque. — Si le discriminant $ac-b^2$ de celle-ci est du type $8n+7$, on peut faire un choix entre les trois réduites et appeler *réduite* (mod 2) la forme équivalente unique (a, b, c), vérifiant les conditions 2°, et pour laquelle a et c sont *multiples de* 4.

Alors a et c, $(a \leq c)$, sont les minima $\equiv 0 \pmod 4$, de la réduite; $a+c-2|b|$ est le minimum $\equiv 2 \pmod 4$.

4. *Formes indéfinies.* — I. *Ordre propre.* — On dira que (a, b, c) est *réduite* (mod 2) si a et c sont impairs et si la demi-circonférence

$$a(\xi^2+\eta^2)+2b\xi+c=0,$$

représentative de la forme, pénètre *dans* $\mathfrak{D}_0$. Analytiquement, les conditions de réduction sont donc :

1° a et b impairs;

2° L'une au moins des deux quantités $a(a \pm 2b + c)$ négative.

On appellera *réduites principales* celles dont la circonférence représentative coupe le côté curviligne de $\mathfrak{D}_0$, condition qui s'exprime par

$$(1) \qquad (a+c)^2-4b^2<0;$$

et, toujours, a et c impairs.

Les autres réduites seront dites *secondaires*.

L'ensemble des réduites (mod 2), équivalentes (sens ordinaire) à une forme donnée, constitue une *chaîne fermée* dont on obtient les termes, de proche en proche, par la méthode classique de Stephen Smith. Les substitutions modulaires d'une réduite en elle-même appartiennent au sous-groupe Γ; les réduites d'une même chaîne s'équivalent uniquement par des substitutions de Γ.

5. *Formation des réduites principales.* — On peut les obtenir par un procédé analogue à celui de Gauss.

Les réduites principales (a, b, c) se divisent en deux *périodes*, caractérisées respectivement par $b>0$ et $b<0$.

Soit (a, b, c) une réduite principale, de déterminant D, $(D=b^2-ac)$,

et où $b > 0$; *celle qui la suit* dans sa période sera du type (c, b', c'), et, en vertu de l'égalité des déterminants, il suffira, pour la connaître, de savoir calculer b'. On le fera, sans ambiguïté, par les conditions

$$b' + b \equiv 0 \pmod{2c}; \qquad -|c| + \sqrt{D} < b' < |c| + \sqrt{D},$$

et ce procédé de calcul donnera la période des réduites principales (mod 2), pour lesquelles $b > 0$.

On aurait celles où $b < 0$ par un calcul pareil, ou encore en transformant les précédentes par la substitution $|x, y; y, -x|$.

Les réduites principales (a, b, c), où $b > 0$, se présentent naturellement, comme nous le verrons, dans les applications; elles sont caractérisées par a et c impairs, $|a + c| < 2b$.

6. *Remarques.* — Soit $f = (\alpha, \beta, \gamma)$ une forme (ordre propre) indéfinie, de déterminant D. Elle équivaut (sens ordinaire) à des formes φ, distinctes de ses réduites (mod 2), et dont la circonférence représentative pénètre dans ω_0 : cela à cause des premières conditions, (a et c impairs), imposées aux réduites.

Pour ces formes φ, l'un des coefficients a, c est pair; on les obtiendrait, de proche en proche, par la méthode de Smith, et l'on reconnaît aisément que :

1° *Si, dans la solution minimum positive, t_0, u_0 de l'équation $t^2 - Du^2 = 1$, de Pell, u_0 est impair, les formes φ forment* UNE *chaîne fermée :*

2° *Si u_0 est pair, les φ forment* DEUX *chaînes.*

En appelant *formes φ principales* celles dont la circonférence représentative coupe le côté curviligne de ω_0, on peut dire que les φ principales, où $b > 0$, forment *une ou deux* périodes, *selon que u_0 est impair ou pair* : on les calculerait de proche en proche, dans une période, par le procédé du n° 5.

7. *Formes indéfinies.* — II. *Ordre impropre.* — On dira que (a, b, c), où a et c sont pairs, est *réduite* (mod 2), si sa circonférence représentative pénètre dans ω_0, c'est-à-dire si l'une au moins des quantités $a(a \pm 2b + c)$ est négative.

Elle sera *réduite principale* si $(a + c)^2 - 4b^2 < 0$.

En ce qui concerne le nombre de chaînes fermées que forment les réduites, il faut distinguer deux cas, D étant toujours le déterminant :

1° $D \equiv 1 \bmod 4$. — Ce cas se subdivise lui-même en deux sous-cas, selon que, dans la solution minimum positive, t_1, u_1, de $t^2 - Du^2 = 4$, on a u_1 impair ou pair.

α. *Si u_1 est impair, les réduites équivalentes (sens ordinaire) à une forme donnée, forment* UNE *chaîne fermée ;* de même *les réduites principales* où $b > 0$ forment *une seule période*, qu'on obtient par le procédé du n° 5.

β. *Si u_1 est pair, il y a* TROIS *chaînes fermées;* de même *les réduites principales* où $b > 0$ forment *trois périodes* (procédé de calcul du n° 5).

2° $D \equiv 0 \bmod 4$. — Dans les formes (ordre impropre) correspondantes, b est pair; on peut donc écrire (a, b, c)

$$2^h(a'x^2 + 2b'xy + c'y^2), \qquad h \geq 1,$$

a', b', c' n'étant pas tous pairs.

Alors, si (a', b', c'), de déterminant D', est de l'*ordre propre* (a' et c' non pairs à la fois), les réduites (mod 2) de (a, b, c) seront :

1° Les réduites (mod 2) de (a', b', c'), multipliées par le facteur 2^h; elles forment *une* chaîne;

2° Les formes φ (n° 6), équivalentes à (a', b', c'), multipliées par 2^h; elles forment *une ou deux chaînes*, selon que u'_0, solution minimum de $t'^2_0 - D'u'^2_0 = 1$, est impaire ou paire.

Si (a', b', c') est de l'*ordre impropre*, on a $D' \equiv 1 \bmod 4$, puisque b' est alors nécessairement impair; les réduites (mod 2) seront les réduites (mod 2) de (a', b', c') multipliées par 2^h; elles forment *une ou trois chaînes* selon que u'_1, solution minimum de $t'^2_1 - D'u'^2_1 = 4$ est impaire ou paire.

Dans tous les cas, les réduites principales où $b > 0$ forment autant de périodes que l'ensemble des réduites forme de chaînes, et le procédé du n° 5 permet toujours de les calculer de proche en proche.

Remarque. — La définition des réduites subsiste si le déterminant D est *carré parfait;* mais elles ne forment plus des chaînes fermées. Elles sont toujours en nombre fini.

Les *réduites principales* (a, b, c) seront, DANS TOUS LES CAS, définies par les conditions suivantes : a et c sont de *même parité* et $(a + c)^2 - 4b^2$ est *négatif.*

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *D'un nouveau procédé de dosage des matières réductrices de l'urine.* Note [1] de MM. **Charles Richet** et **Henry Cardot.**

Le principe du procédé que nous exposons ici est le suivant. Si, à une solution diluée de permanganate de potasse fortement acidifiée par l'acide sulfurique, on ajoute de l'urine en quantité suffisante, il y a décoloration immédiate, même à froid. Quand l'urine est très diluée, après décoloration la liqueur reste limpide, sans précipitation d'oxyde de manganèse. La décoloration est due à l'oxydation de diverses substances (créatinine, créatine, acide urique, etc.) contenues dans le liquide urinaire.

L'urée est sans action sur le permanganate de potasse, de sorte qu'il semble qu'on puisse ainsi doser une partie des substances organiques autres que l'urée.

I. Mais la question est plus complexe qu'elle ne le paraît d'abord. En effet la décoloration, autrement dit la réduction du permanganate de potasse, dépend à la fois du temps et de la température. Ainsi une liqueur, très colorée encore au bout de 10 minutes, pourra être décolorée au bout d'une heure; une autre, colorée au bout d'une heure, sera décolorée au bout de 10 heures. Toutefois, au delà de 24 heures, la durée du contact entre l'urine et la solution permanganique n'exerce plus d'influence notable : ce qui est fortement coloré au bout de 24 heures sera encore coloré après 3 ou 4 jours.

On peut donc (d'une façon assez arbitraire, il faut le reconnaître) adopter la durée de 24 heures pour limite de la réaction de décoloration du permanganate de potassium.

Ainsi définie, cette limite est relativement indépendante de la température, entre 10° et 35°. On n'observe guère de différence entre les tubes placés dans l'étuve à 35° et ceux qui sont restés au dehors.

Il eût été désirable de pouvoir faire la réaction en quelques minutes, à la température de l'ébullition par exemple; mais, dans ce cas, l'urée elle-même est oxydée; or l'intérêt de ce nouveau procédé est de doser les matières extractives autres que l'urée.

---

[1] Séance du 6 août 1917.

II. Après de nombreux essais, voici à quelles conditions techniques nous nous sommes arrêtés. Il faut entrer ici dans des détails assez minutieux : ils sont tous indispensables, si l'on veut obtenir des résultats précis, permettant des comparaisons et des conclusions.

Le permanganate de potasse est dissous à la dose de 0g,632 par litre dans une liqueur contenant 30 pour 1000 d'acide sulfurique normal. Comme cette solution doit, pour l'usage, être titrée avec grand soin et qu'elle est altérable, on prépare également une solution d'acide oxalique exactement titrée à $\frac{N}{100}$. 10cm³ de la solution oxalique décolorent alors exactement 10cm³ de la solution de permanganate. Cette liqueur oxalique ne s'altère pas et sert d'étalon pour déterminer, avant chaque dosage d'urine, le titre de la liqueur permanganique dont on prépare à l'avance de grandes quantités; ce titre diminue peu à peu en fonction du temps, 10cm³ de la liqueur équivalant successivement à 10cm³; 9cm³,9; 9cm³,8; etc., de la solution oxalique. Cette titration, facile et rapide, est faite suivant les méthodes classiques, et le chiffre ainsi déterminé indique le titre absolu, évalué en acide oxalique, de la liqueur permanganique employée.

Cela posé, une douzaine de tubes à essais étant placés sur un porte-tubes, on verse dans chacun d'eux 10cm³ de la solution permanganique. Le remplissage se fait à la pipette, ou mieux, avec des burettes spéciales débitant une quantité constante et exactement mesurée de liquide (10cm³ par exemple).

On prend alors l'urine dont on veut étudier le pouvoir réducteur, et on la dilue dans neuf fois son volume d'eau distillée. On a ainsi une urine au $\frac{1}{10}$, telle que 1cm³ de cette urine diluée renferme 0cm³,1 de l'urine normale. Dans les tubes contenant chacun 10cm³ de la solution de permanganate, on verse successivement les quantités suivantes de cette urine diluée : 0cm³,5; 0cm³,6; 0cm³,7; 0cm³,8; 0cm³,9; 1cm³; 1cm³,1; 1cm³,2; 1cm³,3; 1cm³,4; 1cm³,5; 1cm³,6.

Les quantités d'urine ajoutées sont trop faibles pour que s'aperçoive avant quelques heures un changement quelconque dans la coloration; mais le lendemain, au bout de 24 heures, voici ce qu'on observe :

Dans tous les tubes, il y a pour le moins un commencement de réduction; mais les premiers tubes, ceux qui renferment le moins de liquide urinaire, sont restés fortement colorés, avec un dépôt brunâtre sur les parois et dans le fond du tube. En passant d'un tube au suivant (c'est-à-dire contenant de plus en plus d'urine), la coloration se montre de plus en plus faible, jusqu'à n'être plus qu'une très légère nuance à peine rosée. Enfin, dans les derniers tubes, la décoloration est absolue : il y a fréquemment un dépôt manganique adhérant aux parois du tube; mais le liquide est parfaitement incolore.

La limite différentielle est toujours extrêmement nette entre le dernier tube coloré et le premier tube incolore. C'est même un fait bien remarquable que la sensibilité de cette réaction, puisque, d'un tube à l'autre, il n'y a qu'une différence d'un centième de centimètre cube d'urine!

Supposons, par exemple, que les tubes contenant $1^{cm^3},6$; $1^{cm^3},5$; $1^{cm^3},4$; $1^{cm^3},3$ d'urine au dixième soient tous décolorés, alors que les autres, à partir de $1^{cm^3},2$; $1^{cm^3},1$; 1^{cm^3}; etc., soient encore colorés; nous dirons que la limite est entre $1^{cm^3},3$ et $1^{cm^3},2$, soit $1^{cm^3},25$. Par conséquent, $1^{cm^3},25$ d'urine diluée au dixième a réduit en 24 heures 10^{cm^3} de la solution permanganique; soit donc 80^{l} de cette solution pour 1^{l} d'urine. Si la quantité d'urine émise en 24 heures a été de 1500^{cm^3}, il y aura eu en 24 heures excrétion de substances réductrices capables d'être oxydées par 120^{l} de la solution permanganique.

Nous appellerons cette quantité *indice manganique* et, dans le cas précité, nous dirons que l'indice manganique est de 80 pour 1^{l} d'urine et de 120 pour l'urine de 24 heures.

Nous donnerons encore ici quelques autres indications techniques faciles à suivre :

A. Il peut se faire que, pour une cause ou pour une autre, la limite de décoloration soit au-dessus de $1^{cm^3},6$ ou au-dessous de $0^{cm^3},5$. On est exposé alors à trouver au bout de 24 heures soit tous les tubes restant encore colorés (dans le premier cas), soit tous les tubes également décolorés (dans le second cas). Dans l'un et l'autre cas, toute conclusion est alors impossible. Aussi est-il prudent, surtout quand on a affaire à une urine dont par avance on ignore totalement de quel ordre de grandeur est l'indice manganique, d'en réserver une partie pour faire le lendemain un nouveau dosage. L'urine diluée au dixième sera alors additionnée de quelques décigrammes de fluorure de sodium en poudre, ce qui empêchera toute altération microbienne et ne changera en rien la valeur de l'indice manganique.

Si, au bout de 24 heures, tous les tubes sont encore colorés, on fera avec l'urine conservée un nouvel essai, en partant de $1^{cm^3},6$ et en versant $1^{cm^3},7$; $1^{cm^3},8$; $1^{cm^3},9$; etc. dans 10^{cm^3} de la solution permanganique. Au contraire, si tous les tubes sont décolorés après 24 heures de contact, on étendra l'urine, déjà diluée au dixième, de trois fois son volume d'eau distillée et l'on mettra successivement dans une nouvelle série de tubes $0^{cm^3},5$; $0^{cm^3},6$; etc. de cette urine à $\frac{1}{40}$.

B. Il arrive aussi parfois que la réaction de décoloration, qui débute toujours dans le tube par les parties exposées à l'air, se limite aux couches supérieures, le bas du tube restant coloré. Pour remédier à ce minime inconvénient, il sera bon d'agiter les tubes à plusieurs reprises, par exemple 7 à 8 heures et 20 à 21 heures après le début de l'essai.

C. La teinte rosée du dernier tube encore coloré est presque toujours extrêmement

nette; il suffit, pour la constater, d'incliner légèrement le tube de façon que le liquide déborde un peu le dépôt manganique déposé sur les parois. On peut aussi décanter dans un autre tube une partie de la liqueur. Dans tous les cas, il faut absolument éviter de la filtrer. En effet, quand la coloration est très faible et qu'il n'y a plus que des traces de permanganate, la filtration sur papier suffit à faire disparaître toute coloration.

D. En prenant une urine diluée au vingtième, on déterminerait l'indice manganique avec une précision double. Il est possible que, dans certains cas, il soit intéressant d'aller très loin dans la limitation précise de l'indice. Mais il nous a paru que l'approximation donnée par l'urine au dixième est déjà très suffisante. En tous cas, même avec une urine diluée au vingtième, la limite de décoloration est très nette encore.

III. On a donc, par ce titrage, obtenu un renseignement important. Il ne donne pas assurément le poids de telle ou telle substance déterminée de l'urine, ni même celui de plusieurs substances déterminées, considérées globalement. Il renseigne plutôt sur une fonction du liquide urinaire, la *fonction de réduction*, et peut-être aussi sur la quantité des matières organiques, imparfaitement oxydées, mais oxydables, rendues par les urines.

Quoique ayant fait de très nombreux dosages nous ne pouvons encore apporter de résultats précis sur les variations de cette fonction, suivant les conditions de l'alimentation et l'état de santé ou de maladie. Nous pouvons cependant établir les faits suivants :

1° L'indice manganique pour les urines de 24 heures, chez l'individu sain, varie entre 50 et 250 [1]. Le plus souvent, il oscille entre 80 et 160.

2° Chez le même individu, soumis à un même régime alimentaire, cet indice est assez stable. Quelquefois cependant, sans cause appréciable, il se modifie brusquement à tel ou tel jour. Mais cet abaissement anormal est suivi le lendemain d'un relèvement qui fait la compensation presque complète.

3° L'excrétion des substances réductrices est sans aucun rapport avec l'excrétion de l'urée, ou même, quelque singulier que cela paraisse, avec la quantité globale des matières organiques autres que l'urée. Cette excrétion paraît aussi être indépendante de l'excrétion des matières minérales.

4° Il s'agit donc là, en définitive, d'une fonction spéciale, indépendante des variations physiologiques connues de la composition du liquide urinaire.

---

[1] Cela signifie que l'urine de 24 heures décolore 50¹ ou 250¹ de la solution manganique à 0,632 pour 1000.

Cette fonction nouvelle, non encore étudiée, de l'urine fournira sans doute en pathologie des documents séméiologiques importants. La méthode est si simple et si précise qu'elle nous paraît destinée à être mise en œuvre dans bon nombre de cas où elle rendra probablement de grands services.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats à la Chaire de *Zoologie* (*Vers et Crustacés*) du Muséum d'Histoire naturelle.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Notice sur la vie et les travaux de J.-B.-A. Chauveau, par le professeur F.-X. Lesbre.

MM. **R. Jeannel**, **Adolphe Richard** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la suite de meilleure approximation absolue pour un nombre.* Note (¹) de M. **E. Cahen**, transmise par M. G. Humbert.

Étant donné un nombre s on sait former la suite des fractions $\frac{m}{n}$ inférieures à s et jouissant de la propriété que : *toute fraction inférieure à s et plus approchée de s que $\frac{m}{n}$ a un dénominateur plus grand que n*. (On suppose ainsi que, dans ce qui va suivre, les dénominateurs des fractions employées sont positifs.) C'est la *suite de meilleure approximation par défaut* S_p. De même on sait former la *suite de meilleure approximation par*

(¹) Séance du 16 juillet 1917.

excès S_E. Mais je me propose de former ici la suite de *meilleure approximation absolue*, c'est-à-dire la suite des fractions $\frac{m}{n}$ qui jouissent de la propriété que : *toute fraction plus approchée de s que* $\frac{m}{n}$, *dans un sens ou dans l'autre, a un dénominateur plus grand que n.*

Pour cela, je rappelle que dans S_D et S_E les termes se répartissent en groupes, les termes d'un groupe G_k étant

$$\frac{P_k + \lambda P_{k-1}}{Q_k + \lambda Q_{k-1}} \qquad (\lambda = 1, 2, \ldots, a_k),$$

$\frac{P_k}{Q_k}$ étant la $(k+1)^{\text{ième}}$ réduite du développement $a_0 + \frac{1}{a_1 +}\Big|\frac{1}{a_2 +}\cdots + \Big|\frac{1}{a_k +}\Big| \cdots$ de s en fraction continuelle. Ce groupe G_k appartient à S_D, si k est impair, à S_E, si k est pair. Alors l'ensemble des termes des deux suites, rangés par ordre de dénominateurs croissants, est G_0, G_1, G_2, ...

Ceci posé on démontre que, pour former la suite cherchée, il faut dans chaque groupe G_k supprimer les n_k premiers termes, n_k étant l'entier déterminé par la double inégalité

$$(1) \qquad \frac{s_{k+1} - \frac{Q_{k-1}}{Q_k}}{2} - 1 < n_k < \frac{s_{k+1} - \frac{Q_{k-1}}{Q_k}}{2}$$

$\left(s_k \text{ désigne le quotient complet } a_k + \frac{1}{a_{k+1} +}\Big|\cdots\right)$.

Remarquons qu'on tire de là

$$\frac{a_{k+1} - 1}{2} - 1 < n_k < \frac{a_{k+1} + 1}{2}.$$

Or a_{k+1} est le nombre des termes du groupe G_k. On voit alors que : si le nombre a_{k+1} des termes du groupe G_k est impair, il faut supprimer les $\frac{a_{k+1} - 1}{2}$ premiers termes de ce groupe. Si ce nombre a_{k+1} est pair, il faut supprimer les $\frac{a_{k+1}}{2}$ ou les $\frac{a_{k+1}}{2} - 1$ premiers termes, le nombre exact étant en tout cas donné par les conditions (1).

On démontre que *la suite de meilleure approximation absolue n'est pas en général fournie par un développement en fraction continuelle régulier.* J'appelle ainsi un développement à quotients incomplets positifs ou négatifs, mais où la valeur absolue de tout quotient complet est supérieure à 1.

Exemple. — Soit le nombre $s = 1 + \frac{1}{2+}\Big|\frac{1}{3+}\cdots\Big|\frac{1}{k+}\Big|\cdots$

On a les groupes suivants :

G_0.	G_1.		G_2.			G_3.				G_4.					
$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{1}$ *	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{3}$ *	$\frac{7}{5}$	$\frac{10}{7}$	$\frac{43}{9}$ *	$\frac{23}{16}$	$\frac{33}{23}$	$\frac{43}{30}$	$\frac{53}{37}$ *	$\frac{96}{67}$ *	$\frac{139}{97}$	$\frac{182}{127}$	$\frac{225}{157}$	....

Les termes à supprimer sont marqués d'un astérisque.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'éclipse totale de lune du 4 juillet* 1917. Note de M. **Luc Picart**, présentée par M. Baillaud.

MM. Doublet, Courty et moi avons observé, à l'Observatoire de Bordeaux-Floirac, l'éclipse de lune du 4 juillet dernier; nous avons constaté, pendant la totalité, que les bords du globe lunaire étaient nettement plus éclairés que la partie centrale. Nous croyons que ce phénomène s'explique complètement par la réfraction des rayons solaires à travers l'atmosphère terrestre; nous avons noté, en effet :

1° Que le bord nord de la Lune a, pendant toute la durée de l'éclipse totale, été plus éclairé que le bord sud; or la Lune passait au nord de l'axe du cône d'ombre;

2° Que le bord ouest a été le plus lumineux jusqu'au milieu de l'éclipse, tandis que le bord est a été le plus éclairé dans la seconde partie de l'éclipse, lorsqu'il se rapprochait de la surface du cône d'ombre.

ACOUSTIQUE. — *Sur la gamme des Allemands dite « harmonique » ou « exacte » ou improprement « moderne », au point de vue de l'acoustique musicale.* Note (¹) de M. **Gabriel Sizes**, transmise par M. C. Saint-Saëns.

Rien ne semble paraître plus paradoxal au xxᵉ siècle que d'avoir à défendre la cause de la « musique moderne » après trois siècles révolus d'existence et après avoir provoqué au cours du siècle dernier les plus grandioses manifestations de l'art des sons. C'est qu'en dépit des travaux remar-

(¹) Séance du 6 août 1917.

quables des plus illustres acousticiens et musicographes du XVIII[e] siècle (français pour la plupart) certains acousticiens allemands, particulièrement Hauptmann (1853) et Helmholtz (1863) ont voulu *imposer à la musique* une théorie subversive de toute pratique. Malgré les sévères et justes critiques sur Helmholtz de A. von Oettingen (1866), H. Lotze (1868) et H. Riemann (voir son *Dictionnaire* p. 346), ces théories exercèrent par la suite une influence néfaste sur le développement de la véritable théorie de la *musique moderne*, en créant le doute dans l'esprit même de musiciens sincères auxquels on a trop caché les anomalies graves de ce système, cependant reconnues depuis la plus haute antiquité. Dans son état actuel de complet épanouissement, on n'impose pas une théorie à un art qui s'est libéré de toute formule particulière pour les admettre toutes à la fois; on doit seulement chercher à comprendre et à expliquer celle qui régit ses phénomènes et à rendre cette théorie absolument conforme à sa manière d'être.

Au sujet de la « tierce naturelle » on a trop parlé de son emploi dans l'antiquité. Quelques auteurs grecs, particulièrement Archytas et Ptolémée, en présentèrent quelques « essais » *pour certains modes;* mais ce dernier déclare formellement (Ptol., II, 1, et Westphal, *Metrik*, I, p. 436) que ces essais ne sortirent jamais du domaine de la théorie. Il en fut de même pour Zarlino et pour Tartini, qui ne la considérèrent que « pour connaître et juger de l'effet des rapports ». De tout temps la « tierce naturelle » fut rejetée de tout système musical à cause de l'impossibilité qu'elle créait pour l'accord des instruments, cependant encore bien rudimentaires.

D'autre part l'étude expérimentale des « cordes » [1] a démontré l'erreur acoustique d'une « échelle inférieure de sons », en rapport inverse de « l'échelle supérieure ». Il s'ensuit que la thèse soutenue par H. Riemann, sur une proposition de Hauptmann, pour accréditer « le renversement des rapports dans la génération des sons constituant l'accord mineur » est une véritable dénégation des lois de l'acoustique. Cet argument n'est destiné qu'à masquer une des imperfections flagrantes de la gamme dite « exacte », laquelle ne contient pas en soi les rapports nécessaires à la constitution de sa propre et véritable gamme relative mineure sur son sixième degré, gamme qui fut la gamme fondamentale de l'antiquité [2] : 1° dans la gamme d'*ut*, le rapport 5 : 3 donne un *la un comma trop bas* pour permettre la *quinte juste* avec le deuxième degré *ré*; 2° partant de la tonique *la*, le *ré est un comma trop haut* pour permettre la *quarte juste*.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1234.
[2] *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 861.

Plutôt que de renoncer à soutenir une gamme impraticable en soi, l'auteur a préféré lui opposer une utopie; celle d'une « prétendue gamme mineure relative d'*ut* : *mi*, *ré*, *ut*, *si*, *la*, *sol*, *fa*, *mi* » à laquelle il prétend donner « la relation modale *descendante* » par « son renversement d'accord » $mi_3 - ut_3 - la_2$. Elle n'a *aucun caractère* ni *tonal* ni *modal;* elle est la gamme *Dorienne* considérée en descendant *contrairement à la doctrine grecque*. Tandis que notre gamme est l'*Hypodorienne* ou *commune* « à la *Locrienne* qui est au bas de l'échelle ». Au point de vue *moderne* la proposition de Riemann n'est qu'une pure mystification musicale.

En résumé, on n'a pas pris garde que les acousticiens allemands *modernes* cherchaient à introniser une *nouvelle musique* contre celle de tous les peuples civilisés, dans le seul but d'implanter leur Kultur à la place des justes doctrines des peuples de race latine. Cependant que Hauptmann et Riemann n'ont écrit de la musique que d'après l'inévitable gamme gréco-latine. Il est temps et il sera salutaire de dénoncer de tels faits.

La musique exige, tant au point de vue de la mélodie que de l'harmonie, *des intervalles comparativement identiques sur tous ses degrés chromatiques*. Or, dans la gamme « exacte », *tous les intervalles ont deux valeurs*, deux « mesures » *qui diffèrent de un comma selon le degré sur lequel on les considère*. A l'exception de l'octave, un intervalle *quel qu'il soit*, juste sur tels ou tels degrés *est faux de un comma* (plus grand ou plus petit) sur tel ou tel autre degré voisin. Tout commentaire devrait être inutile devant ce fait.

La cause unique provient de l'introduction du cinquième harmonique dans la formation des rapports-intervalles. Dans la pratique les rapports 5:4 (tierce-maj.), 5:3 (sixte maj.), 15:8 (septième maj.) *sont trop petits de un comma*. Leur « renversement » respectif : 8:5 (sixte min.), 6:5 (tierce min.), 16:15 (seconde min.), 9:5 (septième min.) *sont trop grands de un comma;* on ne peut les transposer identiquement sur tous les degrés. Le ton mineur 10:9 est impraticable; le demi-ton *diatonique*, qui est le plus petit, devient le plus grand (demi-ton majeur); le *chromatique* qui est le plus grand, devient le demi-ton mineur. La hauteur comparative des notes diésées et bémolisées *est renversée* et leur intervalle varie de un comma selon le degré; ainsi *ré*♭ *est plus haut* que *ut*♯ de 1,9 comma, tandis que *mi*♭ *est plus haut* que *ré*♯ de 2,9 commas.

Depuis des siècles la cause est jugée; l'opinion des Vincenzo Galilei, Descartes, Leibnitz et des grands acousticiens français, se résume dans celle de Chladni (§ 21) : « Pour juger des qualités et des effets des sons, il faut leur attribuer les rapports provenant de l'échelle harmonique. Mais pour l'usage pratique, *il est tout à fait impossible* de s'en servir toujours dans

ces rapports. Si l'on veut que chaque progression d'un son à un autre soit juste, le rapport au son fondamental ou hauteur absolue *ne reste pas le même;* mais en assignant à chaque son la valeur juste pour le fondamental, *ils ne sont pas justes entre eux.* »

Avec la gamme des Allemands, la génération des 15 gammes majeures, partant d'*ut*, exige : 1° avec les dièses, *d'élever de un comma* les deuxième et septième degrés *de chaque nouvelle gamme;* 2° avec les bémols, d'*abaisser de un comma* les quatrième et sixième degrés *de chaque gamme*; 3° en créant *deux autres sons* (inférieur et supérieur), pour pouvoir abaisser ou élever d'un demi-ton mineur chacun de ces sons. Ces modifications *inéluctables* entraînent : 7 sons pour les notes naturelles, 7 pour les dièses, 7 pour les bémols, 28 pour les « deux défauts du comma » dans les quatorze gammes; et deux fois 28 autres pour leurs « deux altérations » inférieure et supérieure. Total : 105 *sons différents par octave;* sans détruire pour cela *une seule des anomalies inacceptables* signalées auparavant.

Il faudrait : à un piano de 7 octaves, 735 touches; à un orgue, 490 tuyaux par jeu; accorder les deux cordes aiguës d'un violon à un « diapason » un comma plus bas que les deux cordes graves; pour la gamme relative mineure, abaisser la troisième corde de un comma; changer l'accord à chaque tonalité. Une série de 15 instruments à chaque musicien d'orchestre, plus 3 « trous ou clefs » nouveaux par octave à leur « perce », non compris les doubles-dièses et les doubles-bémols.

On conçoit aisément que les partisans de cette Kultur allemande s'opposent énergiquement aux « modulations » de la musique moderne et, à l'exemple de Blaserna dans *Le son et la musique* (p. 116 et 122), transigent avec Hauptmann à 35 sons par octave, ou avec Helmholtz lui-même à 24; ce qui est l'aveu de l'inanité de leur système. Cette Note a pour but de fixer la valeur de tous ces arguments et d'en dégager la responsabilité des musiciens et de l'acoustique musicale.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Rôle physiologique des symbiotes.* Note [1] de M. PAUL PORTIER, présentée par M. Dastre.

Les caractères morphologiques et bactériologiques des microorganismes que j'ai pu isoler du tissu graisseux dans la série animale ont été donnés

(1) Séance du 6 août 1917.

dans une Communication précédente (¹). Il me paraît extrêmement important d'étudier aussi leurs réactions physiologiques.

Si, en effet, comme j'essaie de le prouver, on se trouve en présence de microorganismes symbiotiques, de « symbiotes » comme je propose de les appeler, leurs actions sur les différents principes immédiats de l'organisme reproduira probablement celles que nous voyons s'effectuer dans l'intimité des tissus. S'il en est bien ainsi, cette nouvelle preuve d'ordre physiologique venant s'ajouter aux preuves morphologique et bactériologique déjà données oblige, semble-t-il, à prendre les résultats que j'apporte en sérieuse considération.

Ces symbiotes jouissent en effet des propriétés physiologiques suivantes :

1° D'opérer, lorsque le milieu est convenablement choisi, des actions synthétiques que nous comptons parmi les plus remarquables. C'est ainsi, par exemple, que les sucres sont polymérisés pour donner un polysaccharide voisin du glycogène ;

2° D'utiliser les nitrates et d'en faire de l'azote organique ; or des recherches récentes ont montré que le même fait se produit dans l'organisme des Mammifères.

D'autre part, des recherches commencées dès 1912 montrent que les microorganismes en question sont capables entre autres choses :

1° D'opérer des phénomènes de désamination (transformation des acides aminés, libération d'ammoniaque), de décarboxylation, d'oxydation (oxydation de la glycérine en dioxyacétone) (²) ;

2° De transformer un sel neutre en carbonate alcalin ; ainsi se trouve réalisé un milieu compatible avec la vie des cellules et dans lequel peuvent s'opérer des transformations isomères allotropiques des différents sucres ;

3° De créer avec des alcools des corps à fonction cétonique (³).

Les différents symbiotes isolés dans la série animale présentent de nombreuses actions communes, mais aussi des différences secondaires qui sont en rapport avec leur origine.

C'est là, semble-t-il, un fait important qui s'ajoute aux précédents pour prouver qu'on trouve bien chez chaque espèce un symbiote spécifique, ce qui exclut la possibilité d'un parasite banal, accidentel.

(¹) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 197.

(²) Il me paraît très probable que M. Gabriel Bertrand a eu entre les mains un de ces symbiotes auquel il a fait produire cette réaction : *Sur une ancienne expérience de Berthelot* (*Bull. Soc. chim.*, t. 27, 1902, p. 79).

(³) Ces recherches seront publiées à part en collaboration avec M. Bierry.

Voilà, très résumés, les principaux résultats obtenus :

Un autre ordre de faits, en apparence très étrangers aux précédents, peuvent, comme je vais essayer de le démontrer, en être rapprochés avec grand profit.

J'ai répété les expériences de Funck et celles de Weill et Mouriquand sur les vitamines et la carence. J'ai retrouvé les résultats principaux de ces expérimentateurs; je les énumère en les faisant suivre de remarques personnelles.

Les animaux (pigeons), nourris avec des graines décortiquées, diminuent de poids et finissent par succomber avec des troubles particuliers de la motilité.

Or des symbiotes végétaux, analogues à ceux des animaux, existent dans les téguments des graines; ils semblent très rares ou absents dans la partie centrale de la graine.

Les pigeons nourris avec des graines pourvues de leur enveloppe, mais chauffées en milieu humide à une température supérieure à 120°, diminuent de poids et meurent avec les mêmes symptômes que précédemment.

Les mêmes graines chauffées à 100° et même à 110° assurent la vie des oiseaux. Or les symbiotes, en milieu humide, résistent à 100° et même 110°, mais sont précisément détruits au delà de 120°.

Le lait recueilli aseptiquement paraît toujours contenir des symbiotes localisés dans la partie grasse; or le lait chauffé à 100° et même 110° peut assurer la vie des Mammifères; mais chauffé à 120°, il laisse les animaux dépérir (scorbut infantile).

En résumé, la destruction ou l'élimination des symbiotes de l'aliment produisent parallèlement des phénomènes de carence. Sont-ce là de pures coïncidences? C'est bien difficile à admettre.

Or un pigeon « carencé », déjà paralysé et près de mourir auquel on administre des symbiotes sous une forme convenable, présente une amélioration rapide et extrêmement frappante. Sur ce point particulier, mes expériences ne sont qu'en très petit nombre et incomplètes; je les juge insuffisantes, mais d'autres sont en cours.

Un dernier fait : les symbiotes des insectes xylophages, ceux du tissu graisseux des autres insectes et des larves; les symbiotes obtenus par culture *in situ* dans le tissu graisseux des Vertébrés peuvent être mis en évidence par la méthode de Regaud pour la différenciation des mitochondries.

Cette méthode microscopique est tellement élective à ce point de vue que je l'emploie toujours maintenant pour rechercher les bactéries symbiotiques chez les insectes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les phénomènes biochimiques d'oxydo-réduction.* Note [1] de MM. **Abelous** et **Aloy**, transmise par M. A. Gautier.

Dans une Communication récente M. Bach [2] a fait connaître l'existence dans le lait d'un ferment soluble capable de réduire les nitrates alcalins en nitrites, mais ne manifestant ce pouvoir qu'en présence de certaines substances jouant le rôle de coferments.

L'hydrogénation des nitrates par les extraits de tissus ou d'organes animaux et végétaux est connue depuis longtemps. Sans remonter jusqu'aux travaux de M. A. Gautier qui le premier montra l'importance des phénomènes de réduction dans l'organisme vivant, nous rappellerons seulement que nous-mêmes avons fait voir, dans des recherches déjà anciennes, que les extraits d'organes animaux et végétaux pouvaient hydrogéner non seulement les nitrates, mais aussi les chlorates, réduire le nitrobenzène en phénylamine et l'acide picrique en acide picramique [3].

Le fait nouveau découvert par M. Bach c'est le rôle des coferments. Pour lui, ces coferments seraient des aldéhydes ou des corps pouvant donner des aldéhydes par leur oxydation. Ces aldéhydes décomposeraient l'eau, et l'hydrogène libéré serait porté par le ferment sur le nitrate pour le transformer en nitrite en formant de l'eau.

En répétant les expériences de M. Bach sur le lait, nous avons pu constater qu'un très grand nombre de corps, en dehors des aldéhydes, agissaient comme coferments. Nous citerons, entre autres, des amines (benzylamine, dibenzylamine), les corps à noyaux hétérocycliques, tels que la quinoléine; des carbures terpéniques et même des composés minéraux comme les sels manganeux, toutes substances incapables à elles seules de réduire les nitrates.

Il suffit donc d'ajouter au lait une substance susceptible de s'oxyder, pour que l'action hydrogénante puisse s'exercer et l'on doit, par suite, constater, en même temps que les phénomènes de réduction, la présence de produits d'oxydation.

---

(1) Séance du 6 août 1917.

(2) Bach, *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 353; *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, t. 37, 1911.

(3) Abelous et Gérard, *Comptes rendus*, t. 129, 1899 et t. 130, 1900. — Abelous et Aloy, *Existence chez les animaux et les végétaux d'une diastase oxydo-réductrice* (*Comptes rendus*, t. 137, 1903; t. 139, 1904).

C'est bien ce qui résulte de l'expérience suivante :

1 litre de lait de vache est immédiatement après la traite additionné de 30g de fluorure de sodium, de 10g de chlorate de sodium et de 1cm³ d'aldéhyde salicylique.

On dose immédiatement les chlorures par la méthode cyano-argentimétrique, on trouve 1g,755 de NaCl par litre.

Ce lait, maintenu à l'abri de l'air, est plongé pendant 1 heure dans un bain-marie à 60°, puis laissé dans une étuve à 40°.

Des dosages successifs de chlorures montrent une réduction progressive du chlorate. C'est ainsi qu'on trouve un accroissement de chlorure de

0,235 au bout de 20 heures;
0,702 » 24 » ;
0,936 » 30 » .

On extrait l'acide salicylique sous forme de cristaux très purs ; on trouve 0g,323 d'acide salicylique.

Il y a donc eu, parallèlement à la réduction du chlorate de sodium, oxydation de l'aldéhyde salicylique. Selon nous, tout se passe comme si dans le lait existait un agent susceptible de décomposer l'eau pour porter l'oxygène sur le corps oxydable (aldéhyde salicylique) et l'hydrogène sur le chlorate alcalin.

On peut remplacer le chlorate par un nitrate, mais le rendement en acide salicylique est bien moindre parce que, comme nous l'avons montré dans des travaux antérieurs, les nitrites paralysent l'agent oxydo-réducteur.

Ce rôle des réactions exothermiques favorisant ou rendant possibles les réactions endothermiques est révélé par l'expérience suivante :

On précipite par cinq fois son volume d'alcool 1 litre de suc de pommes de terre. Le précipité essoré est dissous dans une solution de carbonate de sodium à 3 pour 100. On filtre. Le filtrat est divisé en deux lots, A et B de 500cm³. Chacun de ces lots est additionné de 5g de chlorate de potassium et de 1cm³ d'aldéhyde salicylique. Au lot A on ajoute 50cm³ d'empois d'amidon à 2 pour 100 et 0g,25 d'amylase. Au lot B, 50cm³ du même empois et 0g,25 d'amylase bouillie. Les deux lots sont fluorés à 2 pour 100.

Après 24 heures de séjour à la température de 40° et à l'abri de l'air, on constate dans le lot A une réduction plus forte du chlorate se traduisant par un excès de chlorure de potassium de 0g,242 par litre. En même temps la quantité d'acide salicylique formé dépasse beaucoup celle trouvée dans B : 0g,105 contre 0g,061.

L'agent (¹) oxydo-réducteur a donc trouvé dans la réaction exother-

---

(¹) Nous employons à dessein le terme vague d'*agent* oxydo-réducteur pour ne pas préjuger sa nature réelle, car si plusieurs caractères le rapprochent des ferments solubles, d'autres l'en différencient.

mique d'hydratation de l'amidon une condition favorisant beaucoup son activité. Il est probable que dans l'organisme vivant les choses se passent de cette manière et que les réactions exothermiques et endothermiques sont en étroite corrélation. C'est dans ce sens qu'on peut dire qu'il n'y a pas un agent oxydant et un agent réducteur, agissant indépendamment, mais bien un agent oxydo-réducteur, à la fois oxydant et réducteur.

BACTÉRIOLOGIE. — *Analogie entre les ferments lactiques et les streptocoques, au point de vue de l'action des antiseptiques.* Note ([1]) de Mme **Charlotte Cardot** et M. **Henry Cardot**, présentée par M. Charles Richet.

Pour étudier l'action des sels métalliques et des antiseptiques sur les microrganismes, ainsi que l'adaptation de ces derniers au milieu, Charles Richet et ses élèves se sont adressés presque uniquement à la fermentation lactique. Les variations de l'activité de celle-ci, sous l'influence de divers agents, pouvant être évaluées à l'aide d'un procédé de dosage simple et précis, de très nombreuses expériences ont pu être effectuées. Elles ont conduit à de nouvelles données sur la biologie des microbes, et l'étude actuellement en cours doit aboutir à des conclusions utiles pour la pratique de l'antisepsie. Dans la pensée des auteurs, les résultats obtenus avec le ferment lactique paraissaient pouvoir être appliqués aux autres microrganismes, en particulier aux microbes pathogènes. Il nous a semblé néanmoins nécessaire d'en donner la démonstration expérimentale directe.

Nous avons cultivé à cet effet, par les procédés bactériologiques usuels, différents streptocoques, les uns fournis par des hémocultures provenant de femmes atteintes d'infection puerpérale, les autres recueillis sur des sujets atteints d'angine. Nous n'avons utilisé que des cultures pures, rigoureusement contrôlées après chaque expérience. Le streptocoque, cultivé sur du bouillon de bœuf contenant 1 pour 100 de lactose, produit, dans ces conditions, une quantité d'acide lactique suffisante pour que ce microbe puisse être étudié suivant la méthode employée par Charles Richet pour le ferment lactique. L'activité des microbes, dans chacun des tubes de culture, est évaluée par le nombre de centimètres cubes d'une solution titrée de potasse nécessaires pour neutraliser l'acidité formée.

Nous avons examiné ainsi l'action de doses croissantes de phénol ou

---

([1]) Séance du 6 août 1917.

de fluorure de sodium sur la fermentation lactique d'une part, sur les streptocoques d'autre part. Nous comparons le croît des microbes dans les tubes contenant des antiseptiques au croît des tubes ne renfermant pas d'antiseptiques (témoins) et placés dans les mêmes conditions. Le croît des témoins étant, dans chaque expérience, fait égal à 100, voici les nombres que nous avons obtenus comme moyennes ([1]):

Streptocoques.				Ferment lactique.			
Phénol.		Fluorure de sodium.		Phénol.		Fluorure de sodium.	
Doses p. 1000.	Croît (si tém. = 100).	Doses p. 1000.	Croît (si tém. = 100).	Doses p. 1000.	Croît (si tém. = 100)	Doses p. 1000.	Croît (si tém. = 100).
g 0,03	101	g 0,013	83	g 0,08	116	g 0,02	95
0,06	101	0,026	74	0,16	123	0,04	88,5
0,12	95	0,052	66	0,32	120	0,08	77
0,18	86	0,078	60	0,48	104	0,12	66,5
0,24	71	0,104	55	0,64	80	0,16	58,5
0,30	**50**	**0,130**	**50**	**0,80**	**50**	**0,20**	**50**
0,36	31	0,156	44,5	0,96	31	0,24	46
0,42	20	0,182	43	1,12	24	0,28	42,5
0,48	17	0,208	39	1,28	16	0,32	39
0,54	14	0,234	37	1,44	12	0,36	35
0,60	13	0,260	33	1,60	11	0,40	31
0,90	6	0,390	24	2,40	1	0,60	23,5
1,20	3	0,520	21	3,20	0	0,80	17,5

Les courbes suivantes sont établies avec les nombres précédents, en portant les croîts en ordonnées et les doses d'antiseptiques en abscisses. Il faut remarquer que les doses qui produisent une même diminution d'activité des microbes sont différentes pour le phénol et le fluorure de sodium, et aussi pour chacun d'eux, suivant qu'il s'agit du ferment lactique ou du streptocoque. Aussi, pour comparer les formes des quatre courbes entre elles, avons-nous construit ces dernières en prenant, pour chacune, comme unité d'abscisses, la dose diminuant le croît de 50 pour 100 par rapport à celui des témoins.

Pour chaque antiseptique, les résultats obtenus avec le streptocoque se superposent d'une façon remarquable à ceux que donne le ferment lactique.

([1]) Les expériences comprennent, pour chaque dose d'antiseptique, un certain nombre de tubes contenant 10^{cm^3} de milieu de culture (petit-lait pour le ferment lactique, bouillon lactosé pour le streptocoque).

Pour les deux microbes, les courbes représentant l'action antiseptique du fluorure de sodium et du phénol sont très différentes : la première, à pente

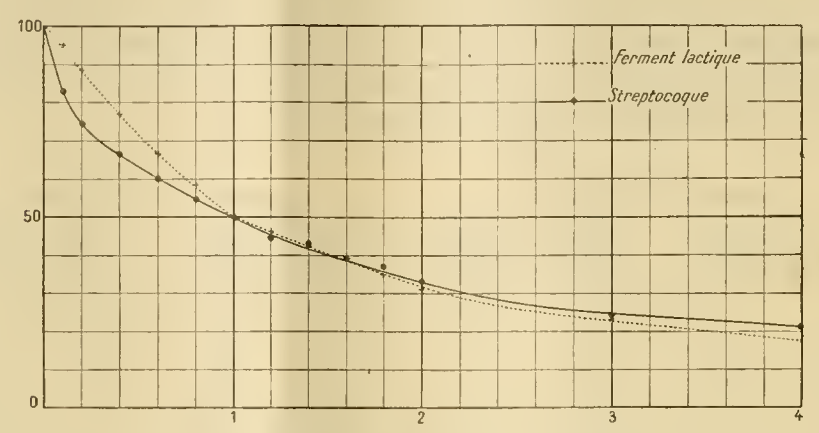


Fig. 1. — Action antiseptique du fluorure de sodium.
(En abscisses, les doses; en ordonnées, les croîts, celui des témoins étant égal à 100.)

douce, se confond assez bien avec un arc d'hyperbole; la seconde, à chute rapide, est une courbe en S, présentant son point d'inflexion pour une dose

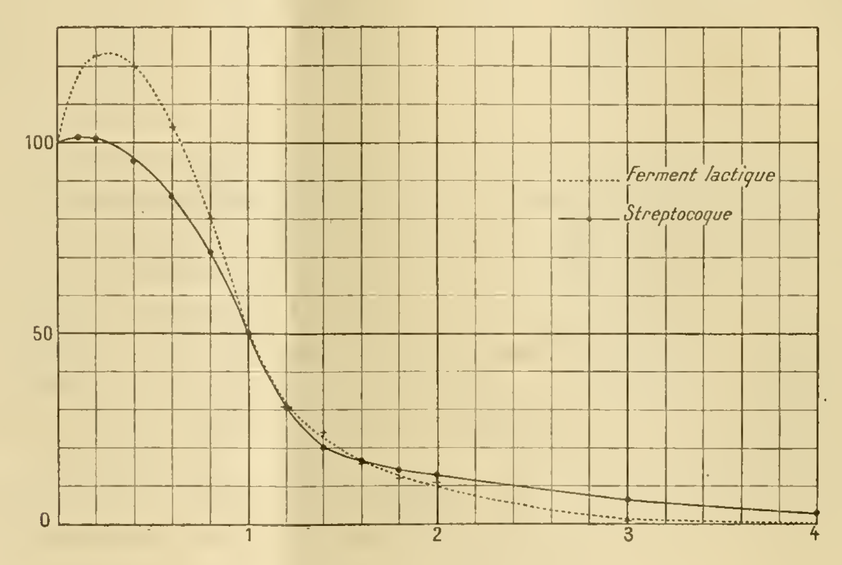


Fig. 2. — Action antiseptique du phénol.
(En abscisses, les doses; en ordonnées, les croîts, celui des témoins étant égal à 100.)

d'antiseptique voisine de celle qui diminue le croît de 50 pour 100. Le streptocoque paraît donc plus sensible au phénol et au fluorure de sodium

que le ferment lactique ([1]). L'action accélérante des doses faibles de phénol, bien marquée pour le ferment lactique, se retrouve d'une façon nette dans certaines de nos expériences sur le streptocoque, mais manque dans d'autres, en sorte que notre moyenne n'indique qu'une très petite accélération.

En résumé, il semble résulter, de l'étroite analogie observée entre les deux microbes, *que les lois établies sur un bacille non pathogène*, tel que le ferment lactique, si commode pour l'étude expérimentale, *peuvent s'appliquer aux microbes pathogènes*.

Cette loi, qui était probable, est devenue, après nos expériences, tout à fait certaine.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances d'avril 1917 (*suite et fin*).

Canada, department of marine and fisheries. *Report of the meteorological service of Canada for the year ended december* 31, 1914. Ottawa, L. Taché, 1917; 1 vol. in-4°.

Year-Book of the Royal Society, 1917. London, Harrison, 1917; 1 vol. in-8°.

Memoirs of the royal astronomical Society, vol. LXI, 1917. London, R. A. Society, 1917; 1 vol. in-4°.

Comptes rendus of observation and reasoning, by J.-Y. Buchanan. Cambridge, at the University Press, 1917; 1 vol. in-8°.

Annual Report of the Smithsonian Institution, 1915. Washington City, 1916; 1 vol. in-8°.

United States of America, department of agriculture. *Weather forecasting in the*

([1]) La dose de phénol diminuant le croît de 50 pour 100 est de 0g,8 pour 1000 pour le ferment lactique, de 0g,3 pour 1000 pour le streptocoque; celle de fluorure est de 0g,20 pour 1000 pour le ferment lactique, de 0g,13 pour 1000 pour le streptocoque.

United States, by Alfred J. Henry, Edward H. Bowie, Henry J. Cox, Harry C. Frankenfield. Washington, 1916; 1 vol. in-8°.

Leland Stanford junior University publications. *The sesamoid articular*, by Edwin Chapin Starks; — *A study of verbs*, by Charles Reining; — *Flügel memorial volume*. Stanford University, California, 1916; 3 fasc. in-8°.

Notes on a diagram of the periodic law, by Frederick Webb. San Diego, California, 1917; 1 fasc. in-8°.

Esperienze di alimentazione maidica sui maiali e sulle larve del « Tenebrio molitor », par Napoleone Passerini. Firenze, Ricci, 1916; 1 fasc. in-8°.

Koninkrijk der Nederlanden. *Statistiek van den in-, uit- en doorvoer over het jaar* 1915. Giunta d'Albani, 1916; 2 vol. in-f°.

Anuario de la real Academia de ciencias, 1917. Madrid, Imprenta Renacimiento, 1 vol. 8×12.

ERRATA.

(Séance du 23 juillet 1917.)

Note de M. *Adrien Guébhard*, Sur une manière nouvelle de comprendre le volcanisme et les apparences pseudo-éruptives du granite :

Page 152, note (²), 2e ligne, *au lieu de* considération, *lire* consolidation.

(Séance du 6 août 1917.)

Note de M. *Jules Amar*, Physiopathologie de l'effort :

Page 248, ligne 1, *au lieu de* respiratoire, *lire* expiratoire.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AOUT 1917.

PRÉSIDENCE DE M. J. BOUSSINESQ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OCÉANOGRAPHIE. — *Premiers résultats de l'étude des courants de fond au moyen du bathyrhéomètre.* Note [1] de M. YVES DELAGE.

En 1912, j'ai présenté à l'Académie un instrument auquel je donnai le nom de *bathyrhéomètre*, et qui était destiné à l'enregistrement continu de la direction et de la vitesse des courants de fond. Dans le *Compte rendu* du 15 avril de ladite année, on trouvera une description sommaire de cet appareil dont l'étude théorique a paru quelque temps après dans le n° 231 du 28 mai 1912 du *Bulletin de l'Institut océanographique de Monaco*. Depuis, j'ai eu l'occasion de présenter à l'Académie quelques-uns des graphiques obtenus, mais sans accompagner la présentation verbale d'une note écrite.

Diverses circonstances, sur lesquelles il serait oiseux de s'étendre, ont rendu très longues la mise au point de l'appareil et son utilisation pratique.

J'ai dû lui apporter deux modifications essentielles.

La première a consisté à substituer, au corps mort primitif maintenant l'appareil au fond de la mer et qui, très lourd, expose le bateau et l'équipage à de véritables dangers au cours du relevage par mer houleuse, un appareil plus maniable. Il consiste en une caisse en bois très robuste, chargée de pierres, dont le fond mobile s'ouvre par la manœuvre même du relevage, abandonnant au fond la charge de pierres, ce qui allège l'appareil et rend le relevage beaucoup plus facile. J'ai imaginé pour ce but un système à déclenchement particulier, construit de manière à ne fonctionner que lorsque, pour la deuxième fois, au moment du relevage, l'appareil

---

[1] Séance du 13 août 1917.

suspenseur du corps mort se trouve tendu, et cela automatiquement, sans l'emploi d'aucun émissaire envoyé du bord ni d'aucune manœuvre spéciale. On en trouvera la description dans un numéro des *Annales de l'Institut océanographique* qui doit paraître prochainement.

La seconde modification a été nécessitée par une difficulté plus grave, et la solution que j'ai obtenue n'est pas encore parfaite, car je n'ai pu, vu les circonstances, recourir qu'à ce qui pouvait être exécuté par les moyens du Laboratoire, la construction des organes nouveaux nécessaires entraînant à des dépenses trop élevées. Cette difficulté résulte du fait que l'appareil, en outre de la pression exercée par le courant à laquelle il obéit et qu'il enregistre, subit les effets de mouvements tourbillonnaires, déterminant une agitation désordonnée très intense quand le courant est fort et se traduisant sur les graphiques par des tracés parasites qu'il est fort difficile de démêler. Pour réduire au minimum ces mouvements tourbillonnaires, j'ai d'abord raccourci notablement la tige du bathyrhéomètre, de manière à rapprocher le plus possible du joint à la cardan rattachant la tige au corps mort les axes du pendule et du cadre tournant. En outre, j'ai surmonté la sphère d'une tige de bois solidement rattachée à elle par une emplanture et par quatre fins haubans de fil d'acier et terminée par ce que j'ai appelé le *panneau-girouette*. C'est une large girouette de bois, de forme carrée, pivotant autour d'un axe porté par la tige et qui la traverse en son milieu, de façon que les parties situées symétriquement de part et d'autre de l'axe présentent des surfaces géométriquement égales. Par contre, au point de vue mécanique, le système est dissymétrique par le fait que l'une des moitiés est alourdie par un lest en plomb caché dans son épaisseur. Par suite, la girouette s'oriente automatiquement dans le plan du courant et, grâce au bord amont rendu tranchant, n'oppose à celui-ci qu'une faible résistance. Par contre, aux déplacements latéraux produits par les mouvements tourbillonnaires, elle oppose une résistance par toute sa surface, par suite du fait que, la pression latérale étant égale de part et d'autre de l'axe, elle reste orientée perpendiculairement à la direction des déplacements latéraux qui lui sont imprimés par ces mouvements tourbillonnaires. Ici encore, je renvoie aux *Annales de l'Institut océanographique* pour le détail des descriptions accompagnées de figures.

Après quelques essais en des lieux divers, je me suis résolu à limiter l'application du bathyrhéomètre à un point unique de la côte pour faire en ce point une étude détaillée du courant avec toutes ses variations selon l'heure et le coefficient de la marée.

On trouvera dans le mémoire des *Annales* les conclusions auxquelles je suis arrivé et qui ne sont valables que pour le lieu étudié, lequel est la basse d'Astan située à 3 milles environ au nord de Roscoff et à l'est de l'île de Batz, en un endroit où la profondeur moyenne est d'une trentaine de mètres et où les courants sont très vifs. Je prendrai ici pour exemple des graphiques récemment obtenus en un lieu situé à 1500^m environ au large du précédent et où la profondeur atteint 48^m au-dessous du niveau de demi-marée sur un fond ferme et régulier de coquilles brisées.

Ces graphiques sont relatifs à la période intermédiaire à la morte eau et à la vive eau et représentent un enregistrement continu de 38 heures, comprenant trois flots et trois jusants avec des coefficients respectivement égaux à 46, 43, 42.

Voici les remarques auxquelles conduit l'examen de ces graphiques.

Ils ont à première vue un aspect étrange et très différent de celui auquel on pourrait s'attendre. Le style, au lieu d'inscrire une ligne mince, forme un tracé large et déchiqueté sur ses bords résultant de ce que les mouvements tourbillonnaires déterminent des oscillations pendulaires de part et d'autre de la position moyenne. C'est cette position moyenne qu'il faut envisager pour lire sur les graphiques la direction et l'intensité des courants.

Graphiques d'orientation (*fig.* 1). — Le graphique présente deux séries opposées, l'une de trois flots, l'autre de trois jusants. Sauf quelques minimes différences, les tracés des trois flots sont identiques entre eux ainsi que ceux des trois jusants, et il suffit de décrire les deux tracés constituant une marée complète.

Le courant de flot débute en direction E 6° S où il persiste pendant environ 2 heures; puis il s'infléchit vers le Sud et jusqu'à l'étale de pleine mer court en direction S 18° E. Mais à l'approche de l'étale, au lieu de continuer à tourner dans le même sens, il tourne en sens contraire des aiguilles d'une montre, repasse par l'Est et le Nord pour se continuer avec le courant de jusant qui commence en direction O 9° N. Le jusant conserve cette direction pendant 1 heure 15 minutes, puis se détourne peu à peu vers le Sud pour courir en direction O 25° S et finalement se continuer avec le courant de flot, achevant ainsi le tour complet en sens inverse des aiguilles d'une montre.

Le passage du flot au jusant est lent et prend environ 1 heure 15 minutes, celui du jusant au flot ne dure que 35 minutes. Le passage du jusant au flot et celui du flot au jusant, quoique différents en durée, ont le même carac-

tère d'ascension par petites saccades; mais il est possible que cela soit dû à l'inertie du cadre tournant qui ne prend chaque nouvelle position d'équilibre qu'après un décalage de quelques degrés.

Quand nous parlons ainsi de flot et de jusant, il faut entendre la direction

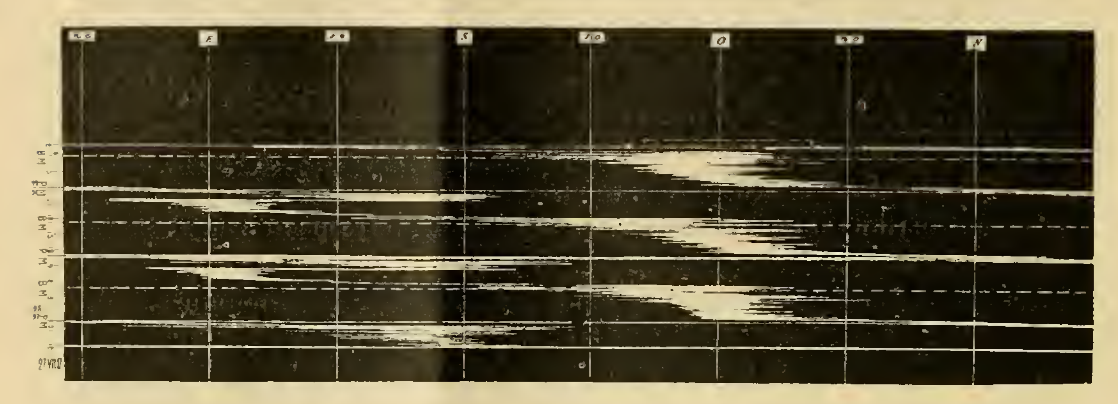


Fig. 1.

du courant dans le sens de la mer montante et de la mer descendante, mais il n'y a nullement synchronisme entre les deux phénomènes : il y a un fort décalage, quelque peu variable suivant le coefficient de la marée et suivant le lieu, mais de même sens dans toute la région ici considérée. Nous allons retrouver ce décalage plus lisible sur le graphique d'intensité et nous en reparlerons à son occasion.

Graphique d'intensité (*fig.* 2). — L'aspect des flots et des jusants est très différent sur ce graphique. Les flots sont plus étroits à la base que les jusants, ce qui est l'expression de ce fait que leur durée est moindre : 5 heures 4 minutes contre 7 heures 32 minutes pour les jusants. Leur forme générale est celle d'une dent aiguë, tandis que les jusants dessinent une sorte de dôme plus large et moins élevé. Partant de l'étale de basse mer, le flot dessine une ascension rapide jusqu'au maximum de la demi-marée, représentée par une pointe ou par deux pointes très rapprochées; mais cette ascension n'est pas régulière : elle est coupée 1 heure 15 minutes environ avant le maximum par une brusque diminution de vitesse d'une durée d'environ 1 heure, pendant laquelle l'ordonnée diminue de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de sa hauteur maxima, puis remonte brusquement pour atteindre le maximum de demi-marée. Entre la demi-marée de flot et l'étale de pleine mer la réduction progressive de la vitesse du courant est de même coupée,

50 minutes avant la pleine mer, par un accident sous la forme d'une reprise d'accélération positive représentée par une dent aiguë.

Pour les jusants on observe, partant de l'étale de pleine mer, une accélération progressive du courant d'une durée de 3 heures et quelques minutes, coupée vers son milieu par un petit décrochement horizontal. A partir du

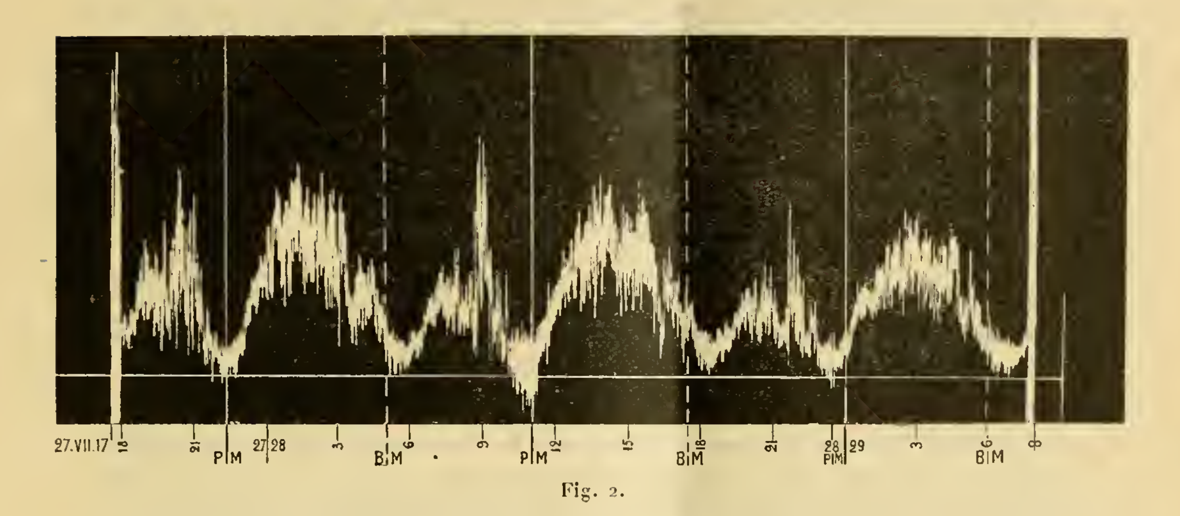


Fig. 2.

maximum, la réduction de la vitesse jusqu'à l'étale de basse mer se fait en deux phases successives : la première de 1 heure 30 minutes, en pente très douce représentant un dôme très surbaissé et légèrement incliné, la deuxième représentée par une chute rapide, coupée environ 1 heure 30 minutes avant l'étale, par une reprise d'accélération positive d'une durée de moins de 1 heure, suivie d'une descente très rapide jusqu'à l'étale.

Au moment des étales, quand le sens du courant change, on observe une courte période d'indécision (10 minutes). La deuxième étale de pleine mer présente sur le graphique une période d'indécision beaucoup plus longue (55 minutes), due certainement pour la plus grande part à l'inertie du cadre qui, pour une raison quelconque, n'a pas tourné dès le renversement du courant.

Il n'y a pas synchronisme entre les heures de renversement du courant, représentées par les points où la courbe rejoint la ligne des abscisses et les heures des pleines mers et des basses mers données par l'Annuaire. Le renversement du flot au jusant se fait 22 minutes avant l'étale de haute mer et le renversement du jusant au flot 55 minutes après l'étale de basse mer : c'est à ce décalage entre les mouvements verticaux d'ascension et de

descente de la marée et les mouvements horizontaux des flots et des jusants qu'est due la différence de durée entre le flot et le jusant, toujours au profit de ce dernier (la durée des jusants : 7 heures 32 minutes contre 5 heures 4 minutes pour les flots). Il résulte de là que la direction du courant est celle du jusant pendant une partie du temps où la mer monte.

Voici, en centimètres par seconde, calculées d'après les formules dont on trouvera le détail dans le mémoire des *Annales de l'Institut océanographique,* les vitesses maxima du flot et du jusant suivant les coefficients de la marée :

Coefficient...	46;	flot.........	73 (1);	jusant.......	71;
Coefficient...	43;	flot.........	78;	jusant.......	72;
Coefficient...	42;	flot.........	68;	jusant.......	65.

En comparant les deux graphiques on constate que le moment où, sur le graphique d'orientation, le courant de flot passe de la direction E 6° S à la direction S 18° E correspond au maximum de courant : ainsi la vitesse augmente tant que le courant de flot suit une direction E 6° S et diminue au contraire à partir du moment où il suit la direction S 18° E. Par contre, pour le courant de jusant, la partie finale décalée vers le Sud et qui suit la direction O 25° S correspond sur le graphique d'intensité au moment où, après avoir diminué de vitesse progressivement après la demi-marée, il reprend une accélération positive avant de diminuer de nouveau pour tomber à la vitesse nulle de l'étale.

On voit par cet exposé qu'il s'en faut de beaucoup que les courbes d'orientation et d'intensité du courant revêtent l'allure simple et régulière que pourrait faire supposer l'observation globale du phénomène. Mais un fait est à noter expressément : c'est que les accidents rompant sur les graphiques la monotonie des courbes correspondent à des réalités. Cela est prouvé par le fait qu'ils se retrouvent presque identiques à eux-mêmes à toutes les marées d'une même expérience et assez semblables, quoique non identiques, à toutes les expériences en un même lieu. Par contre, leurs différences en divers lieux sont considérables et il serait tout à fait illégitime de généraliser les caractères des courants de marée décrits dans cette Note. Elle a pour but non de définir les caractères généraux des courants de

(1) Ce chiffre est aberrant, par une exception unique dans toutes mes expériences, pour une raison que je n'ai pu démêler : naturellement les vitesses maxima varient toujours dans le même sens que les coefficients.

marée, mais de faire connaître ce que le bathyrhéomètre sera capable de nous apprendre lorsqu'on l'appliquera avec l'assiduité et la continuité nécessaires en des points suffisamment nombreux et variés.

MM. J.-René Benoit et Ch.-Ed. Guillaume font hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : *La mesure rapide des bases géodésiques* (5e édition).

PLIS CACHETÉS.

M. René Darmezin du Rousset demande l'ouverture de trois plis cachetés, dont deux ont été reçus dans la séance du 29 mai 1917 et inscrits sous les nos 8399 et 8400 et le troisième a été reçu dans la séance du 4 juin 1917, et inscrit sous le no 8402.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Président, renferment des Notes intitulées :

Pli no 8399 : *Application du deuxième corollaire de Bosscha aux circuits émetteurs de téléphonie sans fil;*

Pli no 8400 : *Générateur mécanique d'ondes entretenues;*

Pli no 8402 : *Sur un générateur d'oscillations entretenues à régulation automatique pour téléphonie sans fil.*

(Renvoi à l'examen de M. G. Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

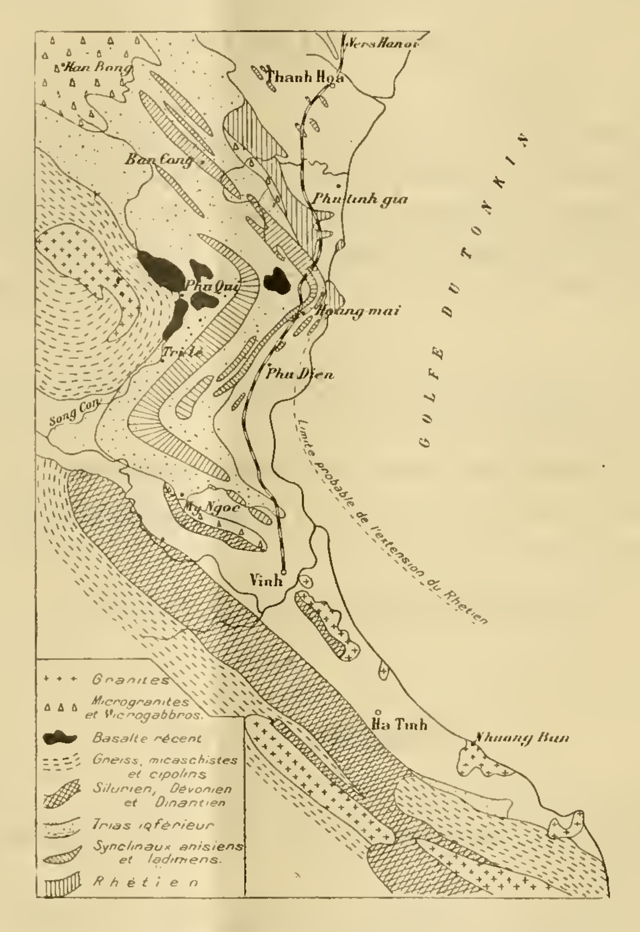
M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le fascicule XIII des *Études de Lépidoptérologie comparée*, par Charles Oberthür. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

M. W. Kilian adresse des remercîments pour la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte* en 1917.

GÉOLOGIE. — *Les inflexions des directions tectoniques dans le nord de l'Annam et leurs relations.* Note (¹) de M. J. **Deprat**, présentée par M. Pierre Termier.

Il y a plusieurs années, j'avais étudié, dans le nord de l'Annam, entre Dong-hoi et Thanh-hoa, une double inflexion très nette des directions tectoniques. Dans ma course récente entre Vinh, Thanh-hoa et la chaîne annamitique j'ai pu compléter mes observations sur cette déviation intéressante.



Entre la chaîne annamitique et la mer, la série stratigraphique est celle que montre en gros la petite carte ci-dessus au $\frac{1}{2000000}$. La série la plus

(¹) Séance du 6 août 1917.

interne est cristallophyllienne et granitique, avec, dans la région de Phu-qui et la bordure ouest de la vallée du Song-Con, un développement considérable de masses de cipolins résultant du métamorphisme des calcaires gothlandiens. A l'ouest et au sud de Vinh, des formations siluriennes, dévoniennes et dinantiennes, ces dernières très développées sous forme de grès (prises autrefois pour du Trias) et des schistes marneux fossilifères, prolongent la série occidentale du Song-Con. Des masses granitiques apparaissent fréquemment au milieu (Kim-lu, Ma-he, Bên-thuy, Porte d'Annam, etc.). Le Dinantien offre des poudingues très développés au sud de Vinh; à l'Ouest, dans la région de Dòng-xuân, Nghia-dông, il forme une longue bande de grès, arkoses, quartzites, poudingues, très écrasés, appuyée contre une bande de microgranites (Diêu-set, Dòng-bao, N. Thanh-tuy), qui va de Son-la à Vinh par le Truong-bon. Vers l'Est, le Trias inférieur occupe la plus grande part de la région entre Phu-qui et Hoang-mai, Phu-dien, My-ngoc, Do-cam, sous forme de grès, quartzites, poudingues, avec rares niveaux schisteux, surmontés par une série de marnes et calcaires marneux fossilifères; puis vient une puissante série anisienne avec deux horizons calcaires épais séparés par des schistes et des grès marneux; le premier horizon calcaire offre la faune à *Omphaloptychia orientalis* que j'ai découverte il y a plusieurs années; le deuxième offre la faune à *Cuccoceras yoga*. Il y a un peu de Ladinien (couches à *Myoph. inæquicostata*). Enfin dans la province de Thanh-hoa, au nord et à l'ouest de Hoang-mai, apparaît du Rhétien houiller.

Ceci posé, si l'on jette les yeux sur la carte ci-contre, on voit immédiatement l'ensemble de ces formations décrire une double inflexion en forme de Z très accusé : les angles de rebroussement sont très marqués. La série calcaire anisienne qui forme des lignes de crête en saillie les dessine admirablement. Le rebroussement Nord à hauteur de Phu-qui et de Hoang-mai est des plus nets; celui du Sud est marqué près de Shuong-long par un bel anticlinal à la voûte démantelée qui s'incurve rapidement sur une courte distance. Ainsi les lignes directrices orientées dans le Thanh-hoa nord-ouest-sud-est passent brusquement au nord-est-sud-ouest du parallèle de Phu-qui Hoang-mai à celui de My-ngoc Phu-dien, puis un rebroussement brusque les ramène dans leur direction primitive qu'elles conservent ensuite jusqu'au Quang-tri.

L'angle Nord, c'est-à-dire le premier rebroussement, est marqué, près de Phu-qui, par une quantité de coulées basaltiques très récentes, remplissant la vallée du Song-Con. J'ai vu à Phu-qui même le point de sortie d'une de

ces coulées et la base de celle-ci reposant, par l'intermédiaire d'un lit de scories, sur une nappe d'alluvions en galets très récente. Ces basaltes paraissent être sortis par de simples fissures, sans appareil volcanique. Leur décomposition donne une excellente terre, pour la culture du café en particulier. Il me semble que ces basaltes ont trouvé une issue grâce à la fissuration de l'écorce au point de rebroussement aigu des directions tectoniques.

Ces rebroussements paraissent dus à une contraction de l'écorce suivant l'allongement du méridien. Ils appartiennent à une phase distincte et postérieure à celle qui a donné naissance aux plis. Ceux-ci sont simples dans le Trias et le Rhétien, plissés en anticlinaux et synclinaux très allongés et réguliers, sans déversements ni aucun étirement. Les plis sont plus complexes dans le Paléozoïque, bien que jamais cette complication ne soit grande. Ce système tectonique est complètement différent et indépendant des plissements de type alpin du Tonkin que j'ai fait connaître antérieurement.

Une conséquence assez importante de l'allure de ces plis, au point de vue pratique, est que la limite du Rhétien houiller est rejetée en mer dans cette région au sud de Hoang-mai et qu'en dehors du lambeau de Biên Son il est certain qu'on ne peut rechercher d'affleurements charbonneux, car ils sont, s'ils existent, noyés au large dans le golfe du Tonkin ([1]). En outre, mes observations m'ont montré que le Rhétien n'existe nulle part vers la chaîne annamitique à l'ouest de Phu-dien, puisqu'on ne trouve dans cette direction que des terrains de plus en plus anciens.

BOTANIQUE. — *Sur la sexualité chez les Champignons Basidiomycètes.* Note ([2]) de Mlle **Mathilde Bensaude**, présentée par M. J. Costantin.

Les recherches de Van Tieghem, Brefeld, Costantin et Matruchot ont montré, pour un certain nombre de Basidiomycètes, que le cycle du développement est ininterrompu, et qu'on peut obtenir la fructification des carpophores sur le mycélium provenant de la germination des spores. Au point de vue cytologique, les travaux de Wager, Dangeard, Sappin-Trouffy, Maire, Ruhland, Blackman, Christman et autres ont fait connaître que ce

([1]) On trouve sur les plages de nombreux petits galets de houille.

([2]) Séance du 13 août 1917.

cycle comprend en réalité deux tronçons : l'un à cellules ou énergides uninucléées, l'autre à cellules toutes binucléées, dont les noyaux synergiques (*dicaryon* de Maire, *noyaux conjugués* des auteurs) se divisent par des mitoses simultanées et parallèles (*divisions conjuguées* des auteurs).

Deux stades sont particulièrement intéressants à connaître dans ce cycle : 1° le passage du tronçon binucléé au tronçon uninucléé; 2° le passage du tronçon uninucléé au tronçon binucléé. Le premier est aujourd'hui bien connu : il se fait par une fusion caryogamique intracellulaire des éléments du dicaryon de la cellule-mère des spores (baside ou téleutospore). Le second passage n'a été observé que chez quelques Urédinées, où les premiers dicaryons naissent par une plasmogamie de deux cellules de la base des files d'écidiospores : une des cellules déverse son contenu dans l'autre qui, dès lors, renferme deux noyaux associés et synergiques, dont les descendants se fusionneront dans la téleutospore.

Chez les Basidiomycètes proprement dits, le mode de formation des dicaryons et l'endroit précis où ils apparaissent sont encore inconnus aujourd'hui [1]. Sur les indications et avec les conseils de M. le professeur Matruchot, nous avons cherché à élucider ce point de l'évolution des Autobasidiomycètes.

L'étude cytologique du mycélium d'une espèce de Coprin nous a permis d'abord de constater que le mycélium primitif, *toujours dépourvu d'anses*, est uninucléé, tandis que le mycélium ultérieur présentant des *ponts d'anastomose* entre cellules voisines a des cellules constamment binucléées.

Dans un filament en voie de transformation, le premier dicaryon se forme immédiatement avant la première anse. En outre, il existe un rapport étroit, et jusqu'ici insoupçonné, entre le dicaryon et l'anse d'anastomose : *l'anse est un organe préposé à la division conjuguée.*

Dans une cellule binucléée, on voit à un moment donné les deux noyaux se rapprocher du centre de la cellule; pendant ce temps, un bourgeon en forme de bec recourbé en arrière se forme sur le flanc de la cellule et l'un des noyaux s'y engage. Puis, les deux éléments du dicaryon se divisent simultanément, l'un dans l'anse, l'autre dans la cellule. Vers le centre de chacun des fuseaux, une cloison apparaît, ce qui détermine la formation de trois cellules : une cellule distale, contenant le dicaryon fils supérieur; une cellule proximale, renfermant un des éléments du dicaryon fils inférieur; enfin la petite cellule du bec, séparée de la cellule distale par une cloison basilaire, et contenant l'autre élément du dicaryon inférieur. Les deux noyaux de ce dernier dicaryon,

---

(1) Maire et miss Nichols émettent l'un et l'autre l'hypothèse que les dicaryons naissent par division d'un noyau quelconque du mycélium à énergides uninucléées.

séparés un instant, se retrouvent bientôt, car le bec, devenant anse d'anastomose, se fusionne avec la cellule proximale et y déverse son contenu. En conséquence, *l'anse est toujours un témoin de l'existence, présente ou passée, d'une division conjuguée*, et ne peut exister qu'entre deux cellules binucléées.

Origine du dicaryon. — Il faut distinguer entre les cultures effectuées à partir d'une spore unique (cultures monospermes) et les cultures à partir de nombreuses spores (cultures polyspermes).

Lorsqu'on arrive à isoler une spore et à la faire germer séparément, on voit les premiers tubes germinatifs, d'abord apocytiques, donner bientôt un mycélium cellulaire primitif, formé d'hyphes enchevêtrées, fréquemment reliées entre elles par des anastomoses transversales. Mais, dans une telle culture monosperme, *jamais le mycélium primitif ne se transforme en mycélium adulte, ni ne fructifie :* de nombreuses cultures d'origine monosperme, conservées pendant plus de six mois, sont ainsi restées à l'état de mycélium dépourvu d'anses et de dicaryons, et *toujours stériles*.

Au contraire, dans une culture polysperme, effectuée par ensemencement de tout un lot de spores prises au hasard, on voit les mycéliums primitifs, d'abord distincts, s'enchevêtrer; des fusions s'opèrent entre hyphes d'un même thalle et entre hyphes de thalles voisins, en sorte qu'il est bientôt impossible de distinguer ceux-ci les uns des autres; mais ultérieurement, *on voit toujours apparaître du mycélium à anses et cellules binucléées*, et, si le milieu nutritif est assez abondant, ce mycélium envahit toute la culture et *forme des carpophores* dès la troisième ou quatrième semaine.

De ces expériences il semblait bien résulter que, chez le Coprin ici étudié, le mycélium à cellules binucléées et les fructifications n'apparaissent qu'à la suite d'un mélange de thalles d'origines diverses. Dès lors, il convenait de réaliser l'expérience fondamentale, l'expérience pour ainsi dire cruciale, fondée sur la culture *mixte*.

Nous avons réussi à obtenir, à partir de spores différentes, deux cultures monospermes dont les thalles maintenus isolés restent toujours primitifs et stériles, mais qui, mélangés en culture *mixte*, deviennent toujours et à coup sûr adultes et fertiles. L'expérience a réussi une quarantaine de fois et n'a jamais échoué. Ces deux cultures monospermes présentent d'ailleurs des caractères morphologiques un peu différents. Conformément à la terminologie adoptée par Blakeslee pour les Mucorinées, on peut dire que l'un des thalles est (+) et l'autre (−) : l'espèce est hétérothallique [1].

Que se passe-t-il à la rencontre des deux thalles? On les voit se rappro-

---

[1] Brefeld dit avoir obtenu des fructifications de Coprins à partir d'une seule spore : il s'agit sans doute d'espèces homothalliques.

cher, s'intriquer en un point, et bientôt après on voit apparaître les premiers filaments pourvus d'anses et à cellules binucléées. Il s'est fait, au point de contact des deux myccliums différents, une plasmogamie entre une cellule (+) et une cellule (—), avec déversement du contenu de l'une dans l'autre. Ainsi prend naissance le dicaryon et avec lui le mycélium adulte, prélude de la fructification.

Les oïdies, qui naissent en grand nombre sur certains filaments latéraux différenciés du mycélium primitif, et qui, ainsi que l'a constaté Van Tieghem, manifestent la même tendance à l'anastomose que les autres cellules mycéliennes, peuvent jouer le même rôle sexuel qu'une cellule quelconque du thalle sur lequel elles sont nées.

En résumé, de tout ce qui précède il résulte que, pour que le mycélium du Coprin ici étudié acquière des cellules binucléées et puisse ultérieurement fructifier, la condition nécessaire et suffisante est que deux thalles primitifs de signe différent, c'est-à-dire de sexualité complémentaire, se trouvent en contact. Il se fait entre une cellule du thalle (+) et une cellule du thalle (—) une plasmogamie déterminant la formation d'un dicaryon; celui-ci est le début d'un tronçon binucléé, dont le terme final est la baside.

C'est la première fois que la notion de la sexualité des thalles se trouve introduite dans l'histoire des Champignons Basidiomycètes; elle promet de se montrer féconde en conséquences de toute nature.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la biologie des chenilles et des papillons de* Bombyx mori *ayant une origine parthénogénésique.* Note [1] de M. A. **Lécaillon**, présentée par M. Henneguy.

Dans une Note toute récente [2] j'ai signalé que j'avais pu élever quatre des chenilles sorties des œufs pondus par une femelle de *Bombyx mori* dont l'accouplement avait été empêché.

A plusieurs points de vue de grande importance scientifique, il y avait intérêt à suivre d'aussi près que possible les transformations de ces chenilles,

---

(1) Séance du 30 juillet 1917.

(2) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 192.

à déterminer leur sexe et à étudier leur reproduction et leur descendance. Voici le résumé des observations que j'ai faites jusqu'ici à ce sujet :

1° De même que les Vers à soie ayant une origine normale, les quatre chenilles en question s'alimentèrent facilement avec des feuilles de mûrier blanc, noir ou rouge. Leur croissance fut relativement un peu plus lente que celle des chenilles normales, surtout pour l'une d'elles, et dura en moyenne 45 jours. Sur ce point il convient de dire que la croissance des Vers à soie normaux peut se prolonger aussi très souvent de manière analogue (si l'élevage a lieu à une température relativement basse ou si la nourriture n'est pas assez abondante, par exemple). Au moment où elles firent leur cocon, trois des chenilles avaient une grosseur de même ordre que celle des vers normaux, et la quatrième une taille beaucoup plus petite (elle ne pesait pas 2^{g} au moment où elle fila son cocon).

2° La durée de la nymphose atteignit en moyenne 16 à 17 jours et fut aussi un peu plus longue que la normale.

3° Sur les quatre papillons produits, trois étaient des mâles et un seul une femelle. L'un des mâles était de taille extrêmement petite et fut incapable de s'accoupler. Les trois autres papillons ne se distinguaient pas, en apparence, des papillons d'origine normale; ils se montrèrent aptes à s'accoupler immédiatement et aussi vigoureux que les autres.

4° La reproduction des deux mâles et de la femelle fut étudiée de la manière suivante :

Le premier mâle, mis en présence d'une femelle ordinaire, s'accoupla immédiatement et aussi longtemps qu'un mâle normal. La femelle ayant été fécondée par lui pondit environ 300 œufs dont un seul resta jaune clair, c'est-à-dire échappa à la fécondation, tandis que tous les autres éprouvèrent les changements de couleur normaux. Après la première ponte, il y eut un nouvel accouplement, puis une nouvelle ponte de 56 œufs dont 4 seulement ne furent pas fécondés.

Le deuxième mâle d'origine parthénogénésique se comporta comme le premier : ici la femelle fécondée par lui pondit environ 250 œufs dont 10 ne furent pas fécondés.

La femelle d'origine parthénogénésique fut d'abord laissée isolée. Elle pondit d'abord 45 œufs, puis ensuite 63 œufs. Après ces deux pontes elle fut mise en présence d'un mâle ordinaire, s'accoupla et pondit encore 195 œufs.

Je constatai, fait assez inattendu, qu'un seul des œufs pondus avant

l'accouplement subit quelques changements de couleur. Des taches de couleur rose parurent à l'un des pôles de l'œuf. Tous les autres œufs conservèrent leur couleur jaune primitive, fait qui ne se produit que rarement dans les pontes de femelles normales qui n'ont pu s'accoupler.

Les œufs pondus par la femelle d'origine parthénogénésique après son accouplement subirent les changements de couleur des œufs fécondés ordinaires, à l'exception de 6 qui conservèrent la couleur jaune clair.

5° Les conclusions principales qui se dégagent de mes observations sont les suivantes :

a. Dans les chenilles nées par parthénogenèse chez le *Bombyx mori*, les deux sexes sont représentés. Barthélemy, en 1859, et Siebold, en 1874, ont constaté aussi ce fait.

b. L'évolution des chenilles, des chrysalides et des papillons ayant une origine parthénogénésique, ne diffère pas très notablement de celle des individus ayant une origine normale.

c. Les individus d'origine parthénogénésique qui sont bien constitués se reproduisent exactement de la même manière que les individus ordinaires.

d. L'aptitude à la reproduction par parthénogenèse n'est pas plus accentuée, semble-t-il, chez les femelles d'origine parthénogénésique que chez celles qui proviennent d'œufs fécondés.

La séance est levée à 15 heures et demie.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de mai 1917.

Cours de géométrie de la Faculté des sciences ; Principes de géométrie analytique, par Gaston Darboux. Paris, Gauthier-Villars, 1917; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard.)

Conditions et essais de réception des métaux, par Georges Charpy, avec préface de Henry Le Chatelier. Paris, Dunod et Pinat, 1917; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Le Chatelier.)

La vie et les travaux de l'ingénieur hydrographe en chef Philippe Hatt, par J. Renaud. Extrait de l'*Annuaire pour l'an* 1917, publié par le Bureau des longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1917; 1 fasc.

Storia della chimica. XII. *Petrolii ed emanazioni terrestri e loro origine*, par Icilio Guareschi. Torino, Unione Torinese, 1917; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Haller.)

Science française. Scolastique allemande, par G. Papillaud. Paris, Félix Alcan, 1917; 1 vol. in-16.

Les bases de la théorie géologique des tremblements de terre, par F. de Montessus de Ballore. Extrait des *Annales de Géographie*, t. XXV, 1916. Paris, Armand Colin, 1916; 1 fasc. in-8°.

Appareils de marche à étrier de décharge pour fractures et lésions diverses du membre inférieur, par Jules Regnault. Extrait du *Paris-Médical*, janvier 1917. Paris, J.-B. Baillière; 1 fasc. in-4°.

Observatoire de Toulouse. *Catalogue photographique du ciel. Coordonnées rectilignes*. Tome VI : zone $+4^\circ$ à $+6^\circ$; 2e fasc. : de $6^h 8^m$ à 24^h. Paris, Gauthier-Villars, 1916; 1 fasc. in-4°.

(*A suivre*.)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AOUT 1917.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PÉTROLOGIE. — *La composition et les modes d'altération des ophites des Pyrénées.* Note (¹) de M. A. Lacroix.

L'une des particularités les plus frappantes de la géologie des Pyrénées réside dans l'abondance des intrusions de roches éruptives au milieu des formations calcaires secondaires du versant français de la chaîne; ces roches ont été désignées sous les noms compréhensifs d'*ophites* et de *lherzolites*. J'ai consacré une partie des étés de 1889 à 1900 à en étudier les gisements déjà signalés et à en rechercher d'autres. J'ai ainsi découvert de remarquables phénomènes de contact et aussi des types éruptifs nouveaux. Ce qui concerne le métamorphisme a fait l'objet de Mémoires détaillés (²); j'avais commencé l'étude minéralogique et chimique des roches intrusives elles-mêmes (³); ce travail a été interrompu par d'autres recherches, je me propose aujourd'hui de le terminer.

Bien que l'on puisse observer parfois l'ophite et la lherzolite dans les mêmes lieux et même à quelques mètres de distance l'une de l'autre, il ne m'a été possible de trouver aucune coupe fixant d'une façon définitive leur âge relatif; par contre, j'ai

---

(¹) Séance du 20 août 1917.

(²) Notamment : *Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées* (*Bull. Cart. géol. France*, n° 42, t. 6, 1894, p. 307-466 + 3 pl.).

(³) *Étude minéralogique de la lherzolite des Pyrénées et de ses phénomènes de contact* (*Nouvelles Archives du Muséum*, t. 6, 1894, p. 209-308 + pl. 5 à 10); *Les roches basiques accompagnant les lherzolites et les ophites des Pyrénées* (*C. R. Congrès géol. internat.* 1900, *Paris*, 33 p. + 6 pl.).

rencontré dans quelques lherzolites des filons minces de roches spéciales qui, pour avoir une composition minéralogique différente de celle des ophites, n'en présentent pas moins une grande parenté chimique avec elles, de telle sorte qu'il est légitime de penser que la différenciation du magma a fourni d'abord les roches les plus basiques, c'est-à-dire les lherzolites, et ensuite les roches feldspathiques; ce sont ces dernières qui font l'objet de la présente Note.

M. Michel-Lévy a donné des *ophites* une description (¹) qui, bien que datant du début des études pétrographiques modernes, subsiste dans ses grandes lignes. Il a fait voir que ces roches sont constituées par un pyroxène, généralement ouralitisé, et un plagioclase, associés à de l'ilménite, à de la magnétite, et parfois du quartz; leur structure a servi de type pour la définition de la structure *ophitique*.

Au point de vue minéralogique, les variations des ophites sont assez faibles; leurs plagioclases, parfois schillérisés, renferment, en général, de 40 à 60 pour 100 d'anorthite (andésine à labrador). Le quartz n'est jamais abondant; il accompagne aussi bien le labrador que l'andésine, il leur est postérieur. Un caractère, passé jusqu'à présent inaperçu, consiste dans la nature du pyroxène; l'angle 2V y est généralement petit et parfois presque nul; ce pyroxène appartient donc au groupe pigeonite (enstatite-augite de Wahl); il est riche en magnésie. L'olivine d'ordinaire serpentinisée existe dans quelques gisements, notamment au col de Lurdé, donc l'ophite est mélanocrate, alors que d'ordinaire le feldspath et le pyroxène existent en proportion à peu près égale.

En général, les plages de pyroxène, englobant ophitiquement les lames de plagioclase, se touchent presque; c'est pourquoi la couleur des ophites fraîches est d'un vert noir uniforme, mais dans quelques types, souvent quartzifères (Castenerreca près Baigorry; Saint-Béat, etc.), le pyroxène, tout en conservant sa structure ophitique, possède des formes géométriques distinctes (cristaux de 1^{cm} : $g^1(010)$, $m(110)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$, aplatis et maclés suivant $h^1(100)$, allongés suivant c.

Une autre variété doit être signalée qui est caractérisée par une hornblende brune (avec biotite, sphène, pyrite), associée au pyroxène et localement ophitique par rapport au feldspath [Port de Saleix (Ariège); Eup à Bézins-Garraux (Haute-Garonne)]. Au Port de Saleix, contrairement à ce qui se passe ailleurs, la roche est hétérogène aux points de vue minéralogique et structurel. Certaines variétés, gabbros ou diorites, sont amphi-

(¹) *Bull. Soc. géol. France*, t. 6, 1877, p. 156.

boliques, micacées et péridotiques, et alors grenues ou pœcilitiques; dans ce dernier cas, le plagioclase englobe les minéraux colorés très abondants.

Les analyses 1 à 4 montrent que les ophites se rattachent au même type chimico-minéralogique (III.5.4.4-5), commun dans les gabbros et les basaltes. La silice, la chaux varient peu; la magnésie est assez abondante; le rapport des métasilicates de chaux et de magnésie (et de fer) virtuels a les valeurs suivantes : 1 : 1,51; 1 : 2; 1 : 3; 1 : 2,19, qui expliquent les propriétés optiques du pyroxène. Cette observation fait comprendre aussi la présence, dans cette série, de types à hypersthène qui n'offrent pas de différences chimiques importantes avec les ophites. A Serreing en Sentenac, en effet, j'ai trouvé une roche dont la structure granulitique rappelle celle de la beerbachite; le feldspath (labrador) est accompagné d'augite et d'hypersthène. Cette roche étant trop altérée, je me suis adressé pour l'analyse à une autre semblable provenant de Treilles (Aude), et qui appartient à la même série, bien qu'elle se trouve dans les schistes cristallins; la basicité du feldspath (69 pour 100 d'anorthite) s'explique par la teneur en silice, un peu plus faible dans cette roche que dans les ophites; le rapport des métasilicates est 1 : 3,24. Ainsi, tant que la proportion du métasilicate de magnésie (et de fer) ne dépasse pas par trop celle du métasilicate de chaux, il se forme un pyroxène magnésiocalcique, à petit angle des axes, puis, quand cette teneur franchit une certaine limite, le métasilicate purement magnésien et ferrugineux s'isole sous forme d'hypersthène. De même les gabbros et les diabases de Guinée renferment de la pigeonite seule, des microperthites de ce pyroxène et d'hypersthène ou enfin de l'hypersthène en cristaux indépendants.

Au col d'Éret, près de l'étang de Lherz, j'ai rencontré un type mélanocrate à grands éléments : des cristaux automorphes d'olivine, à inclusions ferrugineuses, et d'augite sont enveloppés pœcilitiquement par une hornblende brune, en plages de 1^{cm}; le tout est enveloppé, pœcilitiquement encore, par de la bytownite. C'est une *wehrlite feldspathique*, plutôt qu'une hornblendite. L'analyse 7 montre sa parenté avec l'ophite de Lurdé, dont elle diffère par un peu moins de silice et beaucoup plus de magnésie. A son voisinage, j'ai recueilli des blocs d'une hornblendite micacée feldspathique, à structure pœcilitique, trop altérée pour pouvoir être analysée.

Analyses (¹). — *Ophites :* 1. quartzifère à cristaux automorphes de pyroxène (plagioclase 40 pour 100 An.). Castenerreca (Basses-Pyrénées). 'III. (4) 5.3(4).4(5);

(¹) Ces analyses ont été effectuées par M. Raoult ou par M. Pisani (P).

2. un peu quartzifère (plagioclase 57 pour 100 An.). Aucazein (Ariège). III.'5.4.4-5; 3. (P). non quartzifère (plagioclase 55 pour 100 An.). Pouzac (Hautes-Pyrénées). III.5.4.4-5; 4. à olivine (plagioclase 55 pour 100 An.). Col de Lurdé (Basses-Pyrénées) ['IV.5.4.4-5]' IV.1(2).(1)2.2.2; 5. Gabbro amphibolique, faciès de variation de l'ophite amphibolique de l'analyse 9. Port de Saleix (Ariège). III.5.3'.4; 6. Gabbro à hypersthène (plagioclase 69 pour 100 An.). Treilles (Aude). III.'5.4.4-5; 7. Wehrlite feldspathique. Col d'Eret (Ariège). IV.1(2).3.2.2.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
SiO^2	52,00	50,84	50,51	48,54	45,84	46,50	43,04
Al^2O^3	11,68	13,71	15,10	9,53	10,48	15,39	6,53
Fe^2O^3	3,33	3,58	2,40	3,83	4,57	4,54	2,54
FeO	9,54	7,71	7,40	7,84	6,43	7,36	9,00
MnO	»	»	0,12	»	0,18	»	»
MgO	6,73	6,88	8,40	13,71	12,67	7,52	21,56
CaO	9,50	12,80	11,10	11,90	11,90	11,20	11,46
Na^2O	2,55	1,95	2,26	1,28	2,22	1,62	1,43
K^2O	0,74	0,70	0,57	0,70	0,90	0,33	0,61
TiO^2	2,00	1,60	0,99	1,00	3,50	4,80	2,40
P^2O^5	0,13	0,11	»	0,13	0,27	0,16	0,23
Cl	»	»	»	»	0,23	»	»
H^2O à 105°	0,16	0,12	1,30	0,13	0,26	0,14	0,06
» au rouge	1,76	0,19		1,42	0,88	0,61	1,26
	100,12	100,19	100,15	100,01	100,33	100,17	100,12

Cette description ne donne qu'une idée insuffisante des ophites, car je ne les ai considérées jusqu'ici qu'à un état de fraîcheur assez rarement réalisé. Presque toujours et dans presque tous leurs gisements, non seulement le pyroxène est ouralitisé, mais les feldspaths ont subi des transformations donnant à ces roches l'aspect tacheté qui, dès 1784, a conduit Palassou à les appeler *ophites*, par comparaison avec la peau des serpents. Deux types de transformation doivent être considérés.

1° *Dipyrisation.* — Les feldspaths sont transformés en grands cristaux de dipyre (¹), d'un blanc de neige, en même temps que l'ouralitisation devient complète. C'est une altération d'origine superficielle, se propageant le long de diaclases, parfois remplies (vallées de Suc, de Castillon) par des baguettes de dipyre produit par circulation aqueuse. L'analyse montre la constance du chlore (dipyre) absent de la roche normale; la comparaison des analyses 3 et 8 fait voir une augmentation de la soude

(¹) J'ai décrit déjà les étapes de cette transformation (*Bull. Soc. franç. Minér.*, t. 14, 1891, p. 16, et t. 39, 1916, p. 74).

dans l'ophite dipyrisée; l'épigénie se résume, au point de vue chimique, en une fixation de NaCl. J'attribue au ruissellement superficiel ce phénomène que j'ai observé aussi dans d'autres roches feldspathiques (gneiss, amphibolites, etc.) de la même région (ravin du Bastard, près de Lherz).

2° *Epidotisation.* — La roche est tachetée de jaune et de vert; quand l'altération est incomplète (Biarritz; Lacour, etc.), le feldspath est parfois en partie damouritisé; l'épidote, très abondante, peut être accompagnée de quartz, de pyrite. L'ophite de Saint-Béat est très favorable à l'étude de ce mode d'altération, à cause de sa richesse originelle en feldspath. Ou bien (analyse 11), l'épidote est accompagnée seulement d'un peu d'albite, ou bien (analyse 10), il existe en outre du dipyre. Cette épigénie consiste dans l'élimination partielle des alcalis, la suroxydation du fer, dans une augmentation importante de la chaux; dans le cas de formation consécutive du dipyre, la diminution d'alcalis est moindre en raison de la fixation de NaCl. De ces deux modes, le plus fréquent est celui de l'épidotisation simple, son exagération entraîne la formation de veinules d'épidote, associée à de l'asbeste, de l'albite, de l'hématite spéculaire, de la calcite, du sphène, du quartz, etc. L'ophite amphibolique d'Eup, à la fois dipyrisée et épidotisée, est traversée par des filonnets à facies syénitique, plus ou moins rubanés et hétérogènes, à structure grenue, formés d'albite, de dipyre, d'épidote, avec un peu de biotite, de sphène, de pyrite (*p*).

Ophites dipyrisées : 8. (P). Pouzac; 9. (P). Port de Saleix. *Ophites épidotisées :* 10. (avec dipyre). Saint-Béat (Haute-Garonne); 11. (sans dipyre). Id.

	8.	9.	10.	11.
SiO^2	48,71	47,45	50,94	50,64
Al^2O^3	15,21	17,22	11,83	12,75
Fe^2O^3	3,30	1,50	6,28	6,07
FeO	6,30	6,55	5,47	4,70
MnO	0,15	n. d.	»	»
MgO	7,60	7,95	5,61	4,93
CaO	10,30	11,85	14,50	17,60
Na^2O	3,52	3,37	1,53	0,49
K^2O	0,74	0,92	0,27	0,22
TiO^2	1,20	1,75	2,20	1,80
P^2O^5	0,07	0,07	0,16	0,12
Cl	1,14	0,75	0,53	»
S	»	»	0,27	»
H^2O à 105°	1,40	0,80	tr.	0,09
» au rouge			0,66	0,86
	99,64	100,18	100,25	100,27

Il me reste à m'occuper des filons minces traversant les lherzolites. Au Tuc d'Ess (Haute-Garonne), au Tuc des Commères en Castillon (Ariège), etc., les roches qu'ils constituent sont noires, denses, à aspect d'amphibolites; leur texture rubanée est due à des déformations mécaniques; elles sont essentiellement constituées par une hornblende brune, bleuâtre sur les bords (sorétite), par de la titanomagnétite se transformant en sphène et par une petite quantité de plagioclases de basicité variée et fréquemment dipyrisés. Ces feldspaths peuvent même manquer presque complètement. L'analyse 12 met en évidence une grande ressemblance chimique avec les ophites, mais le pourcentage en silice est moindre, celui du titane plus grand; malgré une teneur plus élevée en alumine, ces roches sont beaucoup moins feldspathiques que les ophites, parce que l'abaissement de la teneur en silice a permis la production d'une hornblende très alumineuse renfermant à l'état potentiel la plus grande quantité du plagioclase que décèle le calcul. Ce sont des *hornblendites feldspathiques*. Au Tuc d'Ess, et aussi à Argein, se rencontrent en outre des filons minces de diorites pegmatoïdes formées d'oligoclase-albite et de hornblende, avec parfois du sphène, de la biotite, de l'apatite. Au Tuc d'Ess, elles passent à des oligoclasites dont le feldspath présente des clivages de plus de 10cm, localement transformés par cataclase en une masse saccharoïde. L'analyse 13 donne la composition d'un type très leucocrate de ces diorites qui sont le terme le plus siliceux de la différenciation du magma. Ces hornblendites et ces diorites peuvent être respectivement comparées aux *issites* et aux *plagiaplites* en filons dans les dunites de l'Oural.

12. Hornblendite feldspathique. Tuc d'Ess (Haute-Garonne). III.5.'4-5; 13. Diorite très leucocrate. Argein. I (II).'5.2(3).5.

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	Cl.	H^2O 105°.	H^2O rouge.	
12...	41,60	16,14	3,00	7,30	8,98	12,04	2,83	0,43	5,20	0,39	0,50	0,17	1,39	= 99,97
13...	61,20	18,45	1,21	1,09	1,74	7,76	6,68	0,69	tr.	0,07	»	0,08	0,88	= 99,85

THÉORIE DES NOMBRES. — *Quelques propriétés des formes quadratiques binaires indéfinies.* Note de M. G. HUMBERT.

1. *Objet de la Note et notations.* — Mon but est de faire connaître des formules où figurent les coefficients des *réduites principales* (mod 2) indéfinies [1] de déterminant donné : celles qui vont suivre sont des relations

[1] *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 253.

entre les coefficients des réduites principales de déterminant N et ceux des formes *positives réduites* de déterminant $-$ N; j'ai déjà publié [1] quelques formules de ce type, mais bien moins générales et moins nettes.

Je rappelle qu'une forme indéfinie, (a, b, c), est réduite principale (mod 2) si $a+c$ est *pair* et $(a+c)^2-4b^2$ *négatif*. Dans ce qui suit, je n'aurai à considérer que les réduites principales pour lesquelles b est *positif : cette condition* $(b>0)$ *sera sous-entendue partout*. J'ai d'ailleurs montré que, dans une même classe, les réduites principales où b est positif forment des *périodes* distinctes, dont les termes se calculent très simplement, de proche en proche.

On verra intervenir, pour une réduite principale, la quantité $2b-|a+c|$; nous la désignerons par 2β; ainsi, par définition,

$$\beta = b - \frac{1}{2}|a+c|, \tag{1}$$

et β est toujours positif, puisque b et $4b^2-(a+c)^2$ le sont.

Nous désignerons par $\sum\limits_{N}^{1}$ et $\sum\limits_{N}^{2}$ des sommes étendues aux coefficients de *toutes* les réduites principales de déterminant N, la première portant sur les réduites (a, b, c) de l'*ordre propre* (a et c impairs), la seconde sur celles de l'*ordre impropre* (a et c pairs); ainsi

$$\sum_{N}^{1} 2\beta \quad \text{et} \quad \sum_{N}^{2} 2\beta$$

représenteront les sommes $\sum 2b-|a+c|$, étendues aux réduites principales (a, b, c), de déterminant N, respectivement de l'ordre propre et de l'ordre impropre.

La lettre $\mathbf{S}$ sera réservée aux sommes portant sur les coefficients des formes *positives réduites* de déterminant (négatif) donné. Il n'interviendra ici que des classes de formes positives de l'*ordre propre;* on désignera par m_1 et m_2, avec $m_1 \leqq m_2$, les deux *minima impairs*, par m le *minimum pair* d'une telle classe, en sorte que, par exemple,

$$\mathbf{S}_{N}\, m_1 + m_2$$

[1] *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 1358.

sera la somme des deux minima impairs, étendue à toutes les *classes* de formes binaires positives (ordre propre) de déterminant $-$ N, c'est-à-dire de discriminant $+$ N.

Pour représenter des sommes d'autres espèces, on emploiera le signe $\sum'$.

2. *Formules de départ.* — Elles concernent certaines *fonctions numériques* remarquables dont j'ai déjà parlé ([1]); les notations sont celles de mes Communications antérieures.

Nous partirons donc des formules, dont les deux premières sont des définitions,

$$\chi(x) = 2\sum_{h=1}^{\infty}{}' q^{h^2}\frac{1-q^{2h}}{1+q^{2h}}(-1)^h \sin 2hx, \tag{2}$$

$$s_1(x) = 2\sum_{h=1}^{\infty}{}' q^{h^2}\frac{1+q^{2h}}{1-q^{2h}}\sin 2hx, \tag{3}$$

$$-\chi\Theta_1 + s_1\Theta = \Theta', \tag{4}$$

$$\eta_1\chi(x)\frac{\Theta_1(x)}{\mathrm{H}_1(x)} = 4\sum_{\mathrm{N}=1}^{\infty}{}'(-1)^{\mathrm{N}} q^{\mathrm{N}} \underset{4\mathrm{N}}{\mathrm{S}}\left(\frac{-1}{m_1}\right)\sin m_1 x, \tag{5}$$

$$\eta_1\theta_1\frac{s'_1\left(x+\frac{\pi}{2}\right)-s'_1\left(\frac{\pi}{2}\right)}{\mathrm{H}(x)} = 4\sum_{\mathrm{N}=1}^{\infty}{}'(-1)^{\mathrm{N}} q^{\mathrm{N}} \underset{4\mathrm{N}}{\mathrm{S}}(-1)^{\frac{m}{4}}\frac{m_2-m_1}{2}\sin\frac{m_1+m_2-m}{2}x, \tag{6}$$

en représentant par $\left(\frac{-1}{m_1}\right)$ l'unité $(-1)^{\frac{1}{2}(m_1-1)}$.

Les formules (2), (3), (4) figurent dans mes Notes précédentes ([2]).

3. Faisons d'abord, dans (6), $x = \frac{\pi}{2}$; il vient, après une transformation facile de l'exposant de (-1) au second membre,

$$\frac{1}{4}\theta_1\left[s'_1(0)-s'_1\left(\frac{\pi}{2}\right)\right] = \sum_{\mathrm{N}=1}^{\infty}{}' q^{\mathrm{N}} \underset{4\mathrm{N}}{\mathrm{S}}\left(\frac{-1}{m_1}\right)\frac{m_2-m_1}{2}. \tag{7}$$

La définition (3) de $s_1(x)$ donne aisément

$$\frac{1}{4}\left[s'_1(0)-s'_1\left(\frac{\pi}{2}\right)\right] = 2\sum_{k=1}^{\infty}{}' q^{(2k+1)^2}\frac{1+q^{2(2k+1)}}{1-q^{2(2k+1)}}(2k+1). \tag{8}$$

([1]) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 220 et 293; t. 163, 1916, p. 412.

([2]) Dans les *Comptes rendus* (t. 163, 1916, p. 412) le signe — a été oublié au premier membre de (4) ci-dessus.

Égalons maintenant les coefficients de q^N aux deux membres de (7); le coefficient est en évidence au second membre; pour l'avoir au premier, il faut poser de toutes les façons possibles,

$$(9) \qquad N = h^2 + (2k+1)(2k+1+2\rho), \qquad (h \geqq 0,\ k \geqq 0,\ \rho \geqq 0)$$

et prendre la somme $\sum' 4(2k+1)$, étendue aux décompositions (9) de N : si $\rho = 0$, le coefficient 4 doit être divisé par 2.

Posons, pour abréger, $d = 2k+1$; $d_1 = 2k+1+2\rho$, les d, d_1 sont positifs, impairs, et $d \leqq d_1$.

Nous ferons apparaître les *réduites principales* en écrivant (9) :

$$(9\ bis) \qquad N = \left(\frac{d_1+d}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_1-d}{2} - 2h\right)\left(\frac{d_1-d}{2} + 2h\right),$$

ce que nous écrirons encore $N = b^2 - ac$, en désignant par b, a, c, dans cet ordre, les trois parenthèses au second membre de (9 *bis*).

On voit que a, b, c sont entiers, b positif, $a+c$ *pair*, et *positif ou nul*; de plus, la quantité $b - \frac{1}{2}(a+c)$, égale à d, est *impaire*. La forme indéfinie (a, b, c), *de déterminant* N, est *réduite principale*, car b est positif, $a+c$ pair et $(a+c)^2 < 4b^2$; elle est de l'*ordre propre ou* de l'*ordre impropre*, et β y est *impair*.

Réciproquement, si l'on retourne les calculs, on voit que *toute* réduite principale (a, b, c), de déterminant N, que son ordre soit propre ou impropre, mais pour laquelle β est impair et $a+c \geqq 0$, donne lieu à *une* décomposition (9).

Le coefficient cherché de q^N, au premier membre de (7), est donc

$$4\sum{}' b - \frac{1}{2}(a+c),$$

la somme s'étendant aux réduites principales (a, b, c) des deux ordres, de déterminant N, pour lesquelles β est impair, $a+c \geqq 0$, et le facteur 4 étant remplacé par 2, si $a+c=0$. On fait disparaître l'anomalie en introduisant les réduites principales, de déterminant N, pour lesquelles $a+c<0$, et qu'on obtient évidemment en changeant les signes de a et de c dans les réduites où $a+c>0$; le coefficient en question est ainsi

$$2\sum{}' b - \frac{1}{2}|a+c|, \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad \sum{}' 2\beta,$$

la somme portant cette fois sur les réduites principales des deux ordres, de déterminant N, pour lesquelles β est impair.

On est donc enfin conduit à la formule, qui exprime l'égalité des coefficients de q^N aux deux membres de (7),

$$(10) \qquad \sum_N^1 \beta[1-(-1)^\beta] + \sum_N^2 \beta[1-(-1)^\beta] = \mathop{\mathrm{S}}_{4N} \left(\frac{-1}{m_1}\right) \frac{m_2 - m_1}{2}$$

où les $\sum$ ont le sens indiqué au n° 1.

4. En égalant, dans les deux membres de (5), les valeurs principales pour $x = 0$, puis les coefficients de q^N dans les deux membres nouveaux, et remplaçant $\chi'(0)$ par sa valeur déduite de (2), on arriverait de même à la formule

$$(11) \qquad -\sum_N^1 \beta + \sum_N^2 \beta = \mathop{\mathrm{S}}_{4N} \left(\frac{-1}{m_1}\right) m_1.$$

Enfin, dans (4), faisons les mêmes calculs; nous trouvons

$$(12) \qquad \sum_N^1 \beta[(-1)^\beta + 1] + \sum_N^2 \beta[(-1)^\beta - 1] = (0, -2N);$$

au second membre, on prend 0, si N n'est pas carré, et $-2N$, si N est carré : *la même convention s'applique aux formules qui suivent.*

5. *Formules définitives.* — En combinant (10), (11) et (12), on obtient

$$(13) \qquad \sum_N^1 2\beta = \mathop{\mathrm{S}}_{4N} \left(\frac{-1}{m_1}\right) \frac{m_2 - m_1}{2} + (0, -2N),$$

$$(14) \qquad \sum_N^2 2\beta = \mathop{\mathrm{S}}_{4N} \left(\frac{-1}{m_1}\right) \frac{m_2 + 3m_1}{2} + (0, -2N).$$

Il est facile de passer des classes positives de discriminant $4N$ à celles de discriminant N; distinguant ensuite des cas selon la valeur de N(mod 4), on arrive aux formules définitives :

$$(15) \qquad \sum_N^1 2\beta = \mathop{\mathrm{S}}_N 2(m_2 - m_1)\left(\frac{-1}{m_1}\right) \qquad \text{pour } N \equiv 2 \text{ ou } 3 \pmod 4,$$

$$(16) \qquad \sum_N^1 2\beta = \mathop{\mathrm{S}}_N 2m\left(\frac{-1}{m_1}\right) + (0, -2N) \qquad \text{pour } N \equiv 1 \text{ ou } 0 \pmod 4,$$

$$(17) \qquad \sum_N^2 2\beta = \mathop{\mathrm{S}}_N 2(m_1 + m_2 + m)\left(\frac{-1}{m_1}\right) + (0, -2N) \qquad \text{pour } N \equiv 1 \text{ ou } 0 \pmod 4.$$

Enfin, dans les cas de $N \equiv 0 \pmod 4$ ou $\equiv 1 \pmod 8$, on peut, grâce à (10), décomposer le premier membre de (17) en y distinguant les réduites principales (ordre impropre) pour lesquelles $\frac{1}{2}(a+c)$ est *impair* et celles où il est *pair;* nous désignerons par $\sum_{N}^{(1)}$ et $\sum_{N}^{(0)}$, respectivement, des sommes étendues aux réduites principales (ordre impropre) de déterminant N, et pour lesquelles $\frac{1}{2}(a+c)$ est respectivement impair ou pair. On a ainsi

$$(18) \qquad \sum_{4M}^{(1)} 2\beta = \underset{4M}{\mathrm{S}}\, 2m\left(\frac{-1}{m_1}\right),$$

$$(19) \qquad \sum_{8M+1}^{(0)} 2\beta = \underset{8M+1}{\mathrm{S}}\, 2m\left(\frac{-1}{m_1}\right).$$

Telles sont les formules qu'on avait en vue; elles comprennent toutes celles qu'on peut tirer de (10), (11) et (12), et aussi celles, moins complètes et d'une forme toute différente, que j'ai publiées ailleurs [1].

Elles donnent, on le voit, des relations linéaires très simples entre les coefficients des réduites principales indéfinies de déterminant N et ceux (*minima*) des formes réduites positives de déterminant $-$ N. La nature des fonctions χ et s_1 qui ont servi à les établir expliquent, *a priori*, comment il ne figure, aux premiers membres, que l'expression 2β.

Dans la formule (18), le premier membre s'applique aux réduites principales de déterminant 4M, de l'ordre impropre $(2a', 2b', 2c')$, où $a'+c'$ est impair : la forme (a', b', c'), de déterminant M, est donc ce que j'ai appelé, dans ma dernière Note, une *forme φ principale*. Désignons ici par *semi-réduites principales* les formes indéfinies (nécessairement de l'ordre propre) pour lesquelles $a'+c'$ est impair, b' positif, et $|a'+c'|$ inférieur à $2b'$; par $\sum_{M}^{\frac{1}{2}}$ une somme étendue aux coefficients des semi-réduites principales (a', b', c') de déterminant M : la formule (18) s'écrira, si l'on introduit, au second membre, les classes positives de discriminant M,

$$\sum_{M}^{\frac{1}{2}} 2b' - |a'+c'| = 2\underset{M}{\mathrm{S}}(m_2+m-|m_2-m|)\left(\frac{-1}{m_1}\right) + (m_1+m-|m_1-m|)\left(\frac{-1}{m_2}\right).$$

(1) *Journal de Mathématiques*, 6e série, t. 4, 1908, p. 379. Les réduites principales n'y sont pas introduites.

Dans une Note prochaine, j'indiquerai des formules d'une autre nature, dont certaines étendent aux réduites principales indéfinies les théorèmes célèbres de Kronecker sur les nombres de classes de formes définies.

MÉTÉOROLOGIE. — *Contribution à l'influence présumée de la canonnade sur la chute de la pluie. Opinion de M. C. Saint-Saëns.* Note de M. **H. Deslandres.**

Dans la séance du 23 avril 1917, j'ai exposé plusieurs raisons scientifiques à l'appui de la relation suivante, généralement admise par les artilleurs : la canonnade prolongée provoque souvent la chute de la pluie.

La question ainsi soulevée a donné lieu à de vives controverses, et des météorologistes éminents se sont déclarés hostiles à toute action de la canonnade. Cependant les faits qui conduisent à l'opinion contraire sont multiples; et, dans cet ordre d'idées, je suis conduit à communiquer la lettre suivante, qui m'est adressée par notre confrère de l'Académie des Beaux-Arts, M. C. Saint-Saëns.

La lettre, à tous égards intéressante, apporte au sujet une contribution fort utile :

« Le 7 août 1917.

» Mon cher confrère,

» Je vois avec grand plaisir que votre opinion est identique à la mienne, » en ce qui concerne l'influence du canon sur le temps.

» Voici sur quoi s'est basée la mienne :

» Au temps du roi Louis-Philippe, la fête nationale avait lieu en juillet, » en commémoration des « Trois Glorieuses », elle se terminait par un » grand feu d'articfie, lequel avait lieu, si j'ose le dire, avec orchestre. » C'est-à-dire qu'en ce temps-là, on trouvait que le feu d'artifice, par » lui-même, ne faisait pas assez de bruit; et dans l'intervalle des grosses » pièces, pendant que fusées volantes et bombes ascensionnelles silhouet- » taient et éclairaient l'espace, on tirait continuellement des coups de » canon; c'était un tapage infernal. Or, presque toujours, à la suite du » feu d'artifice, éclatait un orage épouvantable. Le mois de juillet est » spécialement orageux dans la région de Paris; mais, d'ordinaire, » les orages survenaient dans l'après-midi, et l'orage du soir était spécial » à la fête.

» Pour vous comme pour moi, il est clair que le canon tiré dans le

» désert du Sahara n'y amènerait pas la pluie; il ne peut l'amener que
» dans certaines conditions, comme telles maladies qui ne surviennent
» que si le *terrain* est préparé. »

La remarque dernière de la lettre, présentée avec la verve habituelle à son auteur, doit retenir l'attention. La pluie ne suit pas toujours la canonnade; elle tombe seulement lorsque le terrain est préparé, lorsque les conditions de l'atmosphère sont favorables.

Dans ma Note du 23 avril, j'ai bien spécifié, semble-t-il, que le canon n'est pas la cause première de la pluie; il a simplement pour effet de provoquer, de déclencher sa chute plus tôt et avec une intensité plus grande ([1]).

La guerre actuelle, extraordinaire par sa longueur et par la violence de la lutte d'artillerie, fournira finalement, je l'espère, les éléments d'une conclusion ferme sur le point en litige. Il suffira, pour une même région du théâtre des hostilités, de ranger d'un côté les jours avec forte canonnade et de l'autre les jours avec faible emploi du canon, puis de rechercher dans chaque groupe la proportion des jours qui ont été pluvieux ([2]). Il est probable que la proportion sera plus élevée pour le groupe des jours qui ont subi fortement les effets du canon.

D'autre part les adversaires d'une action notable de l'artillerie ont opposé des passages d'auteurs anciens (Pline, Plutarque) qui ont annoncé aussi des pluies extraordinaires consécutives aux grandes batailles, à une époque où le canon n'était pas inventé. Mais l'explication du phénomène que j'ai présentée n'exige pas l'emploi de la poudre, elle suppose seulement une forte ionisation de l'air, attribuée en partie au frottement des projectiles. Or les anciens usaient abondamment d'armes de jet, javelots, pierres et flèches, lancés à la main, avec la fronde, avec l'arc et l'arbalète, et souvent le nombre de ces projectiles était si grand que le ciel en était obscurci. Là encore l'ionisation de l'air peut suffire à expliquer une influence exercée sur la chute de la pluie.

([1]) L'intensité de la pluie est plus grande dans les environs du champ de bataille; mais, si l'on considère une vaste étendue de terrain, la quantité annuelle d'eau précipitée peut rester sensiblement la même.

([2]) Il est possible que l'action de la canonnade se fasse sentir parfois non le jour même, mais le lendemain, et l'on sera conduit probablement à considérer l'état du ciel dans les 48 heures qui suivent chaque canonnade.

MÉDECINE. — *Boutons d'Orient expérimentaux chez les singes; multiplication des boutons primaires par auto-inoculations chez un* Cercopithecus mona. Note de M. A. **Laveran**.

Depuis que C. Nicolle et Sicre ont montré que le bouton d'Orient était inoculable au *Macacus sinicus* (1), bon nombre d'observateurs ont vérifié le fait; il a été prouvé en outre que beaucoup d'espèces de singes, autres que *Macacus sinicus*, étaient sensibles à *Leishmania tropica* qui est l'agent du bouton d'Orient. J'ai inoculé, pour ma part, les espèces suivantes avec succès : *Macacus sinicus*, *M. cynomolgus*, *M. rhesus*, *Cercopithecus patas*, *C. mona*, *Cercocebus fuliginosus*, *Mormon maimon* (mandrill).

Dans mes recherches sur la leishmaniose cutanée du singe et du chien j'ai obtenu d'excellents résultats en employant la technique suivante. La face externe d'une des cuisses de l'animal à inoculer est rasée et stérilisée. Je fais alors, avec un vaccinostyle flambé, trois piqûres assez profondes et j'introduis dans chacune d'elles, à l'aide d'une pince à mors fins, un très petit lambeau d'un tissu envahi par *Leishmania tropica;* le virus est fourni par des souris infectées au moyen de cette *Leishmania* (2).

Chez les animaux inoculés ainsi je n'ai jamais eu d'insuccès; l'incubation est courte (8 jours environ); les boutons, gros et de longue durée, ont tout à fait l'aspect et l'évolution des boutons d'Orient chez l'homme. Chez deux *M. rhesus*, la durée de la dermatose a été de 60 jours dans un cas, de 80 jours dans l'autre; chez un *C. patas*, cette durée a atteint 178 jours, et un *C. mona* inoculé le 1er mars 1917 n'est pas encore guéri, au bout de six mois. L'observation de ce dernier cercopithèque présente des particularités intéressantes, je la résume.

Un *Cercopithecus mona*, mâle, pesant 3kg,400 est inoculé le 1er mars 1917 sur une souris infectée par *Leishmania tropica;* je fais, par le procédé indiqué plus haut, trois inoculations à la face externe de la cuisse droite. — 8 mars : nodules de la grosseur de grains de millet au niveau de deux des piqûres; la ponction de ces nodules donne des *Leishmania* non rares. — 16 mars : les deux boutons ont grossi, *Leishmania* très nombreuses. — 20 mars : les deux premiers boutons ont pris le

---

(1) C. Nicolle et A. Sicre, *Société de Biologie*, 20 juin 1908, et *Arch. de l'Inst. Pasteur de Tunis*, juillet 1908.

(2) A. Laveran, *Société de Pathologie exotique*, 12 avril 1916 : *Bulletin*, t. 9, p. 266.

volume de petits pois, et un nouveau bouton s'est développé au niveau de la troisième piqûre d'inoculation, *Leishmania* nombreuses dans les trois boutons. — 27 mars : deux des boutons ont pris le volume de noisettes, le troisième est plus petit. Les boutons sont indurés, il n'y a pas trace d'ulcération de la peau; *Leishmania* très nombreuses dans deux boutons, moins nombreuses dans le troisième. — 5 avril : boutons toujours très gros, indurés à la base, ramollis au sommet où la peau, amincie et rougeâtre, est en voie d'ulcération; *Leishmania* nombreuses dans deux boutons, non rares dans le troisième, mélangées à du pus. État général très satisfaisant. — 9 avril : les trois boutons sont ulcérés; une des ulcérations a l'étendue d'une pièce de 50 centimes; les ulcérations qui ne sont pas recouvertes de croûtes saignent facilement, *Leishmania* assez nombreuses dans l'exsudat (pus et sang). — 18 avril : à la face externe de la cuisse droite, en avant des trois boutons ulcérés, on compte cinq boutons secondaires, indurés, qui ont le volume de petits pois; *Leishmania* assez nombreuses dans les boutons ulcérés et dans les boutons secondaires. — 22 avril : les boutons ulcérés ne se recouvrent pas de croûtes, ils saignent facilement, d'autant plus que le singe gratte souvent sa cuisse. Les boutons secondaires augmentent de nombre et de volume. — 26 avril : les trois ulcérations se recouvrent de bourgeons charnus; les boutons secondaires s'élargissent; *Leishmania* non rares dans deux des boutons ulcérés, rares dans le troisième, assez nombreuses dans les boutons secondaires, non ulcérés. — 16 mai : les trois boutons ulcérés se sont recouverts de croûtes brunâtres, peu épaisses; les ponctions faites sous ces croûtes donnent des *Leishmania* rares et souvent en mauvais état. — 30 mai : les trois boutons primaires sont en bonne voie de cicatrisation, on n'y trouve plus de *Leishmania;* les boutons secondaires augmentent de volume et se couvrent de croûtes brunâtres; de nouveaux boutons apparaissent à la face externe de la cuisse droite. Pendant le mois d'avril le singe qui ressentait évidemment des démangeaisons au niveau des boutons, se grattait fortement la cuisse droite et il est vraisemblable que telle est l'origine des boutons secondaires. — 20 juin : deux des boutons primaires sont encore indurés à la base et recouverts de croûtes. Les boutons secondaires continuent à se multiplier. — 9 juillet : les boutons secondaires sont disséminés sur toute la surface externe de la cuisse droite, ils sont indurés et recouverts de croûtes brunâtres, isolés ou agglomérés; les plus petits ont le volume de grains de millet, les plus gros celui de petits pois; la ponction de deux de ces boutons donne des *Leishmania* non rares. — 16 juillet : les trois boutons primaires sont cicatrisés; les boutons secondaires de la cuisse sont toujours en voie d'évolution; à côté des boutons déjà ulcérés et recouverts de croûtes, on distingue de nouveaux éléments. Il est difficile de compter les boutons secondaires qui sont agglomérés sur quelques points; il y en a une vingtaine. La ponction de quatre de ces boutons donne des *Leishmania* non rares. On constate à la naissance de la queue, à la face dorsale, l'existence d'un bouton qui a le volume d'un pois et qui ponctionné donne des *Leishmania* non rares. L'apparition de ce bouton confirme l'opinion émise plus haut, relative à des auto-inoculations. — 21 juillet : le bouton situé à la base de la queue grossit; ponctionné, il donne des *Leishmania* assez nombreuses. — 26 juillet : deux boutons secondaires de la cuisse donnent, à la ponction, des *Leishmania* assez nombreuses; le bouton de la queue en donne de nombreuses, il est donc en pleine évolution alors que les boutons primaires sont cicatrisés. — 1er août : les boutons secondaires de la cuisse sont toujours gros, saillants recouverts de croûtes brunâtres

sous lesquelles on trouve du pus; quatre de ces boutons ponctionnés donnent des *Leishmania* assez nombreuses, mais souvent en mauvais état. Le bouton de la queue a pris le volume d'une noisette, croûte brunâtre avec du pus épais au-dessous; *Leishmania* assez nombreuses. — 11 août : même état; trois boutons de la cuisse ponctionnés donnent des *Leishmania* non rares; le bouton de la queue en donne encore de nombreuses. — 18 août : plusieurs boutons de la cuisse sont écorchés et saignent facilement. Le bouton de la queue, encore gros, est recouvert d'une croûte épaisse, adhérente; *Leishmania* non rares dans deux boutons de la cuisse et dans le bouton de la queue. — 25 août : même état, *Leishmania* non rares dans le bouton de la queue; trois boutons de la cuisse ponctionnés ne donnent plus de parasites, ce qui paraît indiquer que l'infection est à son déclin.

En résumé, après une incubation de 7 jours, on a vu se développer chez le singe, aux points d'inoculation, des boutons qui ont pris successivement le volume de grains de millet, de grains de chènevis, de petits pois et de noisettes et qui, ponctionnés, ont donné à plusieurs reprises des *Leishmania* nombreuses. Au bout d'un mois, les boutons se sont ulcérés et les ulcérations, encore riches en *Leishmania*, ne se sont pas recouvertes immédiatement de croûtes, contrairement à ce qui arrive en général. 8 jours environ après l'ulcération des boutons primaires, on a vu apparaître, à la face externe de la cuisse droite, de petits boutons dont le nombre s'est élevé progressivement à une vingtaine. Ces boutons secondaires, qui donnaient à la ponction, comme les boutons primaires, des *Leishmania* nombreuses, ont augmenté de volume et se sont ulcérés à leur tour. Enfin un bouton typique s'est développé à la base de la queue, sans qu'on puisse préciser la date de son apparition, attendu qu'il avait déjà le volume d'un gros pois, et qu'il était en voie d'ulcération, quand son existence a été constatée. A différentes reprises ce dernier bouton a donné, à la ponction, des *Leishmania* nombreuses, comme les boutons primaires et secondaires de la cuisse.

Six mois après l'inoculation, la dermatose n'est pas guérie. Les ulcérations primaires de la cuisse sont seules cicatrisées; les boutons secondaires (cuisse et base de la queue) sont ulcérés et recouverts de croûtes et, dans le produit d'excrétion du bouton de la queue, on trouve encore des *Leishmania* non rares.

Chez l'homme, le développement de boutons d'Orient secondaires pouvant être attribués à des auto-inoculations est fréquent, mais, comme il s'agit presque toujours de malades qui se trouvent dans des foyers d'endémicité de la leishmaniose cutanée, cette étiologie, si probable qu'elle soit, ne peut pas être donnée comme certaine.

Chez le cercopithèque dont je viens de résumer l'observation, le rôle des

auto-inoculations ne semble pas pouvoir être mis en doute. Les boutons secondaires ont commencé à se montrer 35 jours après l'apparition des boutons primaires, alors que ces derniers étaient ulcérés; contrairement à ce qui arrive en général, les ulcérations n'étaient pas recouvertes de croûtes, mais à nu, et dans les excreta on trouvait des *Leishmania* nombreuses. Enfin on a noté que, pendant la quinzaine qui a précédé l'apparition des boutons secondaires, le singe se grattait beaucoup, en particulier à la face externe de la cuisse où, vraisemblablement, les boutons primaires donnaient lieu à des démangeaisons.

La conclusion pratique à tirer de ce fait est que les malades atteints de boutons d'Orient doivent être mis en garde contre les auto-inoculations consécutives au grattage, auto-inoculations qui aggravent notablement cette dermatose en multipliant les lésions et en augmentant leur durée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les divers modes de dédoublement des amines par catalyse : retour à l'aniline des anilines substituées.* Note (¹) de MM. **Paul Sabatier** et **G. Gaudion.**

Le nickel très divisé qui provient de la réduction récente de l'oxyde au-dessous de 700°, et qui, en présence d'hydrogène à basse température (généralement inférieure à 200°), est un puissant catalyseur d'hydrogénation, peut également, surtout en l'absence d'hydrogène, provoquer très fréquemment des dédoublements moléculaires. Dans le cas des amines, ces dédoublements peuvent être de natures variées, et ils proviennent soit d'une déshydrogénation, soit d'une séparation d'ammoniaque ou d'une molécule d'amine moins complexe que l'amine primitive et capable de résister elle-même à l'action destructive du métal.

Déshydrogénation des amines. — Le nickel agissant au-dessus de 300° peut réaliser la soustraction d'hydrogène, selon plusieurs modes tout à fait distincts :

1° L'enlèvement d'hydrogène peut n'atteindre que le groupe hydrocarboné de la molécule, et n'intéresse pas les résidus *amide* ou *imide* qui y figurent : la fonction amine est maintenue dans la nouvelle molécule. C'est ce qui a lieu avec les diverses amines issues des composés *hydrocycliques :* la *cyclohexylamine* $C^6H^{11}.NH^2$ est, sur le nickel à 350°, ramenée à

(¹) Séance du 20 août 1917.

l'*aniline* $C^6H^5.NH^2$, stable à cette température, réaction inverse de celle qui, au-dessous de 180°, transforme cette dernière en cyclohexylamine. De même la *pipéridine* revient à la *pyridine* (Ciamician), la *tétrahydroquinoléine* ou la *décahydroquinoléine* reviennent à la *quinoléine* (Sabatier et Murat).

2° La déshydrogénation peut atteindre à la fois le groupe *amide* en même temps que le terme hydrocarboné immédiatement voisin. C'est la réaction que nous avons décrite dans une Note récente ([1]), par laquelle une amine primaire issue d'un alcool primaire, $R.CH^2.NH^2$, fournit, sur le nickel à 300°-350°, le *nitrile* R.CN, réaction vérifiée pour la benzylamine et l'isoamylamine.

A ce sujet, il convient de remarquer que ce passage de l'amine au nitrile avait été réalisé antérieurement, par une sorte de déshydrogénation indirecte, en traitant l'amine par le brome en présence d'une solution alcaline (Hoffmann) ([2]) : il y a formation intermédiaire de dibromamine d'où l'alcali enlève deux molécules d'acide bromhydrique. La réaction n'est d'ailleurs applicable qu'aux amines forméniques de rang élevé, tandis que pour celles possédant moins de cinq atomes de carbone l'action de l'alcali procure simultanément l'hydratation du nitrile et conduit ainsi au sel de l'acide correspondant.

Mais l'insuccès que nous avons éprouvé dans la déshydrogénation de la méthylamine, et également de l'éthylamine, peut s'expliquer facilement par l'instabilité propre de ces amines, que le nickel au-dessus de 300° tend à scinder avec élimination d'ammoniaque, ainsi que nous l'indiquerons ci-dessous.

3° La soustraction d'hydrogène peut intéresser simultanément le groupe *amide*, en même temps qu'un atome de carbone non voisin : dans ce cas, on réalise une cyclisation de la molécule. C'est ainsi que la *méthylorthotoluidine*, soumise vers 330° à l'action du nickel, donne de l'*indol* (Carrasco et Padoa) ([3]).

Séparation d'ammoniaque. — Dans beaucoup de cas, le nickel tend à réaliser la séparation d'une molécule de gaz ammoniac, stable vis-à-vis du métal pour les températures inférieures au rouge : mais s'il n'y a pas d'hy-

---

([1]) Paul Sabatier et G. Gaudion. *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 224.

([2]) Hoffmann, *Ber. chem. Ges.*, t. 17, 1884, p. 1905.

([3]) Carrasco et Padoa, *Lincei*, t. 15, (2), 1906, p. 699.

drogène amené de l'extérieur, cette séparation exige qu'un atome d'hydrogène soit fourni par un groupe hydrocarboné de l'amine.

C'est ce qui se produit au-dessus de 300° avec la plupart des amines forméniques, primaires, secondaires ou tertiaires : le départ de la molécule d'ammoniac entraîne la formation d'un résidu éthylénique qui peut d'ailleurs subir pour son propre compte une dislocation profonde avec séparation de charbon, d'hydrogène, et émiettement plus ou moins important de la chaîne (1). Ainsi avec l'éthylamine, on aura la réaction

$$C^2H^5.NH^2 = NH^3 + C^2H^4,$$

l'éthylène étant lui-même totalement détruit à 300°, avec dépôt de charbon, et dégagement d'un mélange d'éthane, de méthane et d'hydrogène.

La présence d'hydrogène facilite la séparation d'ammoniaque, et conduit au carbure saturé ou à un mélange de carbures saturés issus de l'émiettement de ce dernier.

Dans le cas de la *benzylamine*, la tendance au dédoublement en toluène et gaz ammoniac est très intense en présence d'hydrogène, et nous avons indiqué dans la dernière Note que tout l'hydrogène issu de la production du nitrile est utilisé pour former du toluène et de l'ammoniaque (*loc. cit.*, p. 226). Quand on opère sans précautions l'hydrogénation du nitrile benzoïque, le rendement en benzylamine est très faible, parce que celle-ci se scinde en toluène et ammoniaque (2).

L'*aniline* et les amines aromatiques qui en proviennent par substitutions forméniques dans le noyau (toluidines, xylidines, etc.) sont au contraire très résistantes vis-à-vis du nickel, qui à 350° n'exerce sur elles qu'une action négligeable. Il faut atteindre environ 500° pour obtenir une décomposition pyrogénée, d'ailleurs complexe, qui donne lieu à un dépôt abondant de carbone, coïncidant avec le départ de gaz ammoniac et la formation des hydrocarbures aromatiques correspondant à l'amine, benzène à partir de l'aniline, toluène à partir des toluidines, etc.

Séparation d'amine aromatique. – La même stabilité n'appartient plus aux diverses amines issues de l'aniline par des substitutions forméniques dans le groupe amide, telles que la *méthylaniline*, la *diméthylaniline*, etc.

---

(1) PAUL SABATIER et SENDERENS, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. 4, 1905, p. 436.

(2) PAUL SABATIER et SENDERENS, *Comptes rendus*, t. 140, 1905, p. 486.

Ce sont en réalité des dérivés phényliques d'amines forméniques, et l'on peut s'attendre à y trouver la fragilité de ces dernières vis-à-vis du nickel à 350°. L'expérience a vérifié nettement cette prévision.

Les vapeurs de *méthylaniline* $C^6H^5.NH.CH^3$ (qui bout à 193°) ont été dirigées sur une traînée de nickel réduit, d'activité vérifiée, maintenue vers 350° : on observe un dégagement régulier d'un gaz d'odeur ammoniacale prononcée qui, après lavage à l'eau, possède une composition voisine de celle du méthane. Le liquide condensé contient, à côté d'une certaine proportion de benzène et de méthylaniline survivante, de l'aniline $C^6H^5.NH^2$, qui forme le produit principal et peut être facilement caractérisée par la formation d'un sulfate solide qui remplit la masse quand on ajoute goutte à goutte de l'acide sulfurique additionné de trois fois son volume d'eau : une goutte du liquide donne d'une façon intense toutes les réactions de l'aniline. La dose de benzène corrélative de celle d'ammoniaque, assez importante quand le nickel est neuf, diminue rapidement, lorsqu'il est devenu charbonneux, l'aniline demeurant alors le produit exclusif de la réaction. Celle-ci peut être représentée par la formule schématique

$$C^6H^5.NH.CH^3 = C^6H^5.NH^2 + CH^2,$$

mais les groupes méthylène ainsi libérés sont partiellement détruits en charbon et hydrogène qui hydrogène le reste en méthane, ou bien qui agit sur la molécule primitive de méthylaniline pour la transformer en benzène, gaz ammoniac et méthane

$$C^6H^5.NH.CH^3 + 2H^2 = C^6H^6 + NH^3 + CH^4.$$

Ce dernier effet ne tarde pas à devenir peu important, et le régime qui s'établit correspond à peu près à la réaction

$$2(C^6H^5.NH.CH^3) = C + CH^4 + 2(C^6H^5.NH^2).$$

L'absence de l'odeur désagréable caractéristique dans le produit obtenu montre qu'il ne s'est pas formé de trace appréciable de la carbylamine, qu'aurait pu fournir la réaction de déshydrogénation

$$C^6H^5.NH.CH^3 = 2H^2 + \underbrace{C^6H^5.NC}_{\text{Phényl-carbylamine.}}$$

La *diméthylaniline* $C^6H^5.N(CH^3)^2$ (qui bout à 195°) a fourni des résultats tout à fait analogues à ceux de la méthylaniline. En envoyant ses

vapeurs sur le nickel à 350°, on obtient une réaction qui est sensiblement représentée par la formule

$$C^6H^5.N(CH^3)^2 = C^6H^5.NH^2 + C + CH^4.$$

Le gaz dégagé, qui provient de la séparation des deux groupes CH^2, ne contient pas d'éthylène et présente à peu près exactement la composition du méthane. Surtout au début de l'action, une portion de l'hydrogène, dégagé par suite du charbonnement du nickel, fournit du gaz ammoniac et du benzène, l'aniline étant pourtant le produit presque exclusif de la réaction.

L'*éthylaniline* $C^6H^5.NH.C^2H^5$ (qui bout à 206°) se comporte d'une manière semblable. Avec le nickel à 300°-350°, la réaction peut être écrite

$$C^6H^5.NH.CH^2.CH^3 = C^6H^5.NH^2 + \underbrace{CH^2 : CH^2}_{\text{Éthylène}}.$$

Mais l'éthylène libéré de la sorte subit sur le nickel la destruction totale que nous avons rappelée plus haut, et fournit du charbon, avec un mélange d'éthane, de méthane et d'hydrogène. Aucune trace d'éthylène ne survit. Ici encore, surtout au début, une partie de l'hydrogène sépare de l'ammoniac et du benzène. Mais le produit recueilli est presque entièrement formé d'aniline, dont le sulfate se sépare de suite à l'état solide quand on ajoute goutte à goutte de l'acide sulfurique un peu dilué.

Une réaction tout à fait analogue a lieu avec la *diéthylaniline* (qui bout à 216°)

$$C^6H^5.N(CH^2.CH^3)^2 = C^6H^5.NH^2 + 2(CH^2 : CH^2).$$

L'éthylène engendré est totalement détruit comme dans le cas précédent, en donnant lieu aux mêmes effets. Le liquide condensé, qui ne renferme qu'une petite dose de benzène, est constitué par de l'*aniline* à peu près pure.

On voit donc que l'action catalytique du nickel, agissant seul vers 350°, permet de réaliser le retour régulier des méthyl- et éthylanilines à l'aniline, et l'on peut sans témérité prévoir qu'il en serait de même pour les amines issues de substitutions forméniques plus complexes dans le groupe amidé de l'aniline.

M. Bergonié fait hommage à l'Académie d'un *Rapport sur l'organisation et le fonctionnement de la cure des séquelles de blessure par le travail agricole.*

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *La distillation fractionnée et la rectification*, par Charles Mariller.

2° J. de Parrel. *Précis d'anacousie vocale et de labiologie*. (Présenté par M. Ed. Perrier.)

GÉOLOGIE. — *La formation du Karoo dans le Congo occidental.* Note de MM. **F. Delhaye** et **Sluys**.

Les terrains calcaires occupent au Bas-Congo la partie centrale de la région des Cataractes, mais ils débordent largement dans les bassins du Niari et du Djoué. La formation calcaire, y compris le conglomérat inférieur, constituait le *système schisto-calcareux* de Pechuel et de Dupont. Ces terrains étaient rapportés avec doute au Dévonien. M. J. Cornet, qui a esquissé la constitution géologique du système schisto-calcareux, a montré que la formation calcaire reposait par l'intermédiaire d'un conglomérat important sur les *couches de Nsékélolo*, qu'il a rattaché à son système métamorphique, et qu'elle était recouverte en discordance par la puissante *série de Kundelungu*. Cette dernière série comprend : à la partie inférieure, des schistes et des grès sans galet (*système de la Mpioka*); à la partie supérieure, des grès grossiers feldspathiques avec galets (*système de l'Inkissi*).

La formation calcaire dépasse 500^m d'épaisseur; elle correspond à une phase de sédimentation continue effectuée dans un bassin peu profond où de faibles variations de profondeur ont eu une influence sur la structure que devaient prendre les roches calcaires. On peut distinguer sur l'épaisseur cinq niveaux qui passent de l'un à l'autre par gradation ménagée. Ce sont dans l'ordre de formation :

1° *Calcaires inférieurs*. — Ils commencent par un horizon très constant formé par 11^m de calcaire à texture très serrée, de couleur gris bleu ou rose, stratifié en lits réguliers généralement réunis pour constituer des bancs puissants. Au-dessus le calcaire devient argileux et passe à un horizon de schistes calcareux, siliceux à la partie supérieure.

2° *Roches de Bulu.* — Elles sont formées d'alternances répétées sur environ 200^{m}, de calcaires argileux stratifiés en bancs minces, de schistes calcareux et de grès ou de psammites calcareux.

3° *Calcaires oolithiques.* — A ce niveau les calcaires peuvent se présenter sous des facies assez différents; ils sont fréquemment oolithiques, de teinte claire, stratifiés en bancs de forte épaisseur. Ces calcaires sont souvent dolomitiques.

4° *Roches de la Lukunga.* — Elles sont constituées comme celles de Bulu par des calcaires argileux, des schistes calcareux et des psammites; mais leur épaisseur est très faible.

5° *Calcaires schistoïdes.* — Ils sont formés par des calcaires argileux feuilletés ou stratifiés en lits minces, au milieu desquels figurent des bancs isolés ou de faibles horizons de calcaires compacts de diverses natures. Au sud du Congo une forte épaisseur de calcaire noir dolomitique, en bancs très épais, s'intercale dans la partie moyenne de ce niveau. Vers la base de cet horizon, au poste de Luozi, nous avons observé des lits de conglomérat dont les éléments sont formés en grande partie par des dents de poissons. M. Priem, qui a eu l'obligeance d'examiner nos échantillons, rapporte les dents les mieux conservées au genre *Lepidotus*, connu depuis l'époque triasique. L'épaisseur des calcaires schistoïdes dépasse 200^{m}.

Les calcaires inférieurs sont les seuls de toute la formation qui ne portent aucune trace de l'action du mouvement des eaux. Parmi les calcaires oolithiques, ceux qui paraissent les plus massifs sont constitués de lits très irréguliers, souvent réduits à l'état de lambeaux déchiquetés qui témoignent de fréquentes ablations au cours de leur développement. Les roches des autres niveaux ont pris naissance à des profondeurs intermédiaires, les grès et les psammites montrent des surfaces ornées de ripple-marks. Au milieu des calcaires schistoïdes régulièrement stratifiés on observe des zones à *stratification ondulée;* cette structure, qui est originelle, résulte d'une exagération par tous les lits successifs des reliefs d'une surface initiale ridée par le clapotement des vagues.

La formation calcaire repose sur un conglomérat, très variable d'épaisseur, formé par une roche non stratifiée, de nature argilo-calcaire, très cohérente, contenant des éléments de gravier, des galets et des blocaux anguleux de roches de diverses natures, irrégulièrement disséminés dans la masse rocheuse. Cette roche est identique aux *tillites* du Katanga et de l'Afrique du Sud; nous devons la considérer comme d'origine glaciaire. Le conglomérat s'étend comme une immense nappe sur la surface ravinée des couches de Nsékélolo; son épaisseur augmente avec la réduction du niveau supérieur calcaire de l'assise sous-jacente.

Les couches de la Mpioka reposent normalement sur la partie supérieure

des calcaires schistoïdes; mais dans le bassin du Niari et au plateau du Bangu, au sud du Congo, nous avons étudié une nouvelle formation à allure ravinante, localisée dans des dépressions de la surface des calcaires. Elle est constituée par des grès grossiers à stratification entre-croisée, des brèches à structure lenticulaire et des grès à grains plus fins qui passent aux couches de la Mpioka. Les silex du calcaire entrent dans la composition des brèches, ils se sont donc formés pendant cette période continentale.

Le *conglomérat glaciaire*, la *formation calcaire* et le *système du Kundelungu* forment une série qui se retrouve au Katanga. M. J. Cornet a désigné de part et d'autre les termes supérieurs sous le même vocable tiré de la géographie du Katanga; il les considérait comme les représentants de la partie permo-triasique de la formation Karoo. Au Katanga les terrains calcaires commencent par un horizon très littoral, de 12^m de calcaire rose dolomitique, qui manque au Bas-Congo. Au-dessus, les calcaires ont la même signification stratigraphique et se présentent sous le même facies. Le niveau des Roches de Bulu est entièrement gréseux, il est également surmonté par un niveau de calcaire oolithique. Mais la formation calcaire du Bas-Congo est plus complète, les deux niveaux supérieurs font défaut au Katanga. Le conglomérat glaciaire a une très grande importance au point de vue stratigraphique, il a été considéré par M. M. Robert et par la plupart des géologues africains comme l'équivalent du conglomérat de Dwyka. Nous rapportons de même toute la série du Bas-Congo à la partie inférieure, permo-triasique, de la formation de Karoo.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *Amélioration du pain de guerre par neutralisation des ferments du son.* Note de MM. **Lapicque** et **Legendre**, présentée par M. L. Maquenne.

Le pain réglementaire actuel contient du son; il est désagréable au goût, moisit rapidement et se laisse difficilement digérer par les estomacs délicats. Ces inconvénients ont provoqué des protestations contre le taux d'extraction à 85 pour 100, qu'on demande de ramener à 80, en incriminant, à juste titre, le son comme l'auteur des défauts signalés ci-dessus, mais aussi parfois en affirmant, cette fois à tort, qu'on obtiendrait ainsi autant d'aliments, car, répète-t-on, « le son ne fait pas de pain ».

La proportion des matières alimentaires, amidon et gluten, que renferme le blé est variable, mais, en moyenne et en première approximation,

on peut, avec Aimé Girard, tabler sur une amande égale aux $\frac{85}{100}$ du poids du grain. Malheureusement nous n'avons pas jusqu'ici de procédé industriel permettant d'extraire cette amande ou ses éléments à l'état de pureté. La séparation de la farine et du son, fondée sur ce fait que l'amande s'effrite par l'écrasement en fines particules, tandis que les enveloppes s'enlèvent en écailles relativement grandes, est loin d'être parfaite : suivant la finesse du tamis il passe dans la farine plus ou moins de petits sons et les plus gros sons conservent encore de la farine. Il en résulte que, pour avoir de la farine exempte d'enveloppes, il faut arrêter au moins un tiers de la mouture au blutage.

On est donc pris dans ce dilemme : renoncer pour l'homme à une portion notable de la valeur alimentaire du blé et des céréales en général, ou bien faire du pain avec des farines contenant encore du son.

Nous avons cherché un moyen pratique d'atténuer les inconvénients du son et nous y avons au moins partiellement réussi en nous fondant sur les observations suivantes, dont plusieurs nous sont personnelles (¹) :

Il est bien connu, depuis surtout les travaux de Mège-Mouriès, que les enveloppes du blé ne sont pas simplement formées de cellulose inerte, mais qu'elles agissent énergiquement sur les substances panifiables par les ferments solubles que renferme l'assise interne des cellules à aleurone.

Un matériel commode pour l'étude de ces ferments est constitué par les produits de meunerie, intermédiaires entre le son et la farine, qu'on désigne sous les noms de *gruaux bis*, *remoulages bis* ou *recoupettes*. Ces produits sont encore actuellement obtenus à part, car les moulins modernes qui n'ont pu changer le réglage de leur machinerie compliquée réalisent le taux d'extraction fixé par les ordonnances légales en mélangeant à la farine blanche une proportion plus ou moins grande de recoupettes.

Les recoupettes, dont la couleur varie du gris au rose, sont franchement acides; si on les mouille, même avec addition d'un antiseptique tel que le toluène, elles fermentent énergiquement, dégagent bientôt une odeur repoussante et l'acidité de la macération devient considérable.

L'un de nous, avec le Dr Palazzoli, a observé que sous l'action des vapeurs d'ammoniaque les recoupettes changent de couleur et virent vers le jaune citron. Le même virage jaune se produit sous l'influence d'un alcali quelconque et, au microscope, on le voit nettement localisé dans les

(¹) Ces recherches font partie d'une série d'études sur le ravitaillement entreprises suivant les instructions de M. J.-L. Breton, sous-secrétaire d'État des Inventions intéressant la défense nationale, avec la collaboration du Dr Palazzoli, du pharmacien aide-major Devillers et du pharmacien auxiliaire Chaussin.

cellules à aleurone; il se produit enfin sur les matières solubles obtenues par macération des recoupettes dans l'eau : c'est donc un signe de neutralisation et l'expérience montre que les macérations ainsi virées ne subissent plus la fermentation acide dont nous venons de parler. *Les recoupettes virées ont en même temps perdu la plus grande partie de leur action nocive sur la farine;* ce fait ayant été établi par une série d'essais de laboratoire, nous avons cherché à l'appliquer en boulangerie.

Pour des raisons pratiques et hygiéniques nous avons choisi comme alcalin l'eau de chaux et, avec l'autorisation bienveillante de M. l'intendant général Pierrot, nous avons fait fabriquer sous nos yeux, à la manutention militaire du quai Debilly, quelques kilogrammes de pain d'après la technique suivante :

On a pris 4470^g de farine à 76 (blé Plata) et 530^g de recoupettes du même grain (recoupettes contenant environ un tiers de petits sons proprement dits), puis on a fait un levain avec 1^{kg} de farine et 90^g de levure. Pendant la pousse du levain on a traité les 530^g de recoupettes par de l'eau de chaux jusqu'à virage, soit environ $1^l,5$; le levain étant à point on a fait la pâte avec le reste de la farine, en y versant d'abord les recoupettes délayées dans leur eau de chaux, puis complétant avec de l'eau ordinaire jusqu'à consistance convenable. Le pain obtenu était à peine moins bis que le pain ordinaire fait de la même farine (pain des hôpitaux militaires), mais malgré sa forte teneur en son il était totalement exempt de l'âcreté que possède celui-ci et qui, par comparaison, se retrouvait plus désagréable encore dans le pain ordinaire. Un autre essai nous a donné les mêmes résultats excellents.

Il est vrai que la panification sur levure est par elle-même une condition favorable; nous avons alors fait faire une pétrissée entière (190 pains de 1400^g) sur série de levains, suivant le travail ordinaire, sauf que les recoupettes, au lieu d'être préalablement mélangées à sec avec la farine, ont été traitées comme ci-dessus. Le résultat a été très net : pain de saveur douce, sans arrière-goût acide et de bonne conservation, tandis que le pain témoin a moisi en cinq jours.

Les boulangers civils reçoivent leur farine toute mélangée (extraction à 85 pour 100 sur le froment et addition variable de succédanés); sur une farine de cette sorte, contenant une proportion notable de maïs, nous avons fait faire à sept reprises du pain suivant le travail courant, sur deux ou trois levains, mais en remplaçant l'eau ordinaire par de l'eau de chaux. Cinq fois le résultat a été très bon, deux fois seulement passable, sans doute par suite

d'une erreur dans l'application de la méthode; mais, même dans ces deux derniers cas, l'amélioration était considérable. M. Arpin, dont on connaît la compétence en pareille matière, a bien voulu examiner nos produits et dans tous les cas, sans exception, les a trouvés nettement supérieurs au pain ordinaire.

Il est donc possible, moyennant une complication insignifiante du travail et une dépense pratiquement nulle, de faire du pain très acceptable, à tous points de vue, avec une farine blutée seulement de 15 pour 100.

Rappelons en terminant que Liebig a déjà autrefois conseillé l'emploi de l'eau de chaux en boulangerie, mais il avait en vue une action supposée de l'alcali sur le gluten et non la neutralisation des farines; l'eau de chaux ne paraissant d'ailleurs avoir aucun avantage quand on travaille avec la farine blanche, la méthode était sans intérêt dans les conditions qui ont précédé la guerre; aussi était-elle à peu près tombée dans l'oubli.

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de mai 1917 (*suite*).

Canada. Ministère des mines. Mémoire 40 : *Géologie archéenne du lac La Pluie* (*Rainy-Lake*), par Andrew-C. Lawson; — Mémoire 69 : *Bassins houillers de la Colombie britannique*, par D.-B. Dowling. Ottawa, Imprimerie du Gouvernement, 1917; 2 vol. in-8°.

Archives russes d'anatomie, d'histologie et d'embryologie, par A.-S. Dogiel, t. I, fasc. 2. Petrograd, Yakor, 1916; 1 fasc. in-8°.

Smithsonian Miscellaneous collections; vol. 64, n° 5 : *Cambrian geology and paleontology;* III, n° 5, *Cambrian trilobites*, by Charles-D. Walcott. Washington, 1916; 1 fasc. in-8°.

Annual report of the director Kodaikanal and Madras observatories for 1916. Madras, Government press, 1917; 1 fasc. in-4°.

Annual report of the archaeological department southern circle, Madras, of the year 1915-1916. Madras, Government press, 1916; 1 fasc. in-4°.

Reale commissione per lo studio del regime idraulico del Po. *Idrometro di Cremona. Effemeridi dal* 1868 *al* 1915. Parma, Donati, 1917; 1 fasc. in-4°.

Richesses thermales et avenir de Dax, par F. Garrigou. Dax, Justère, 1883; 1 fasc. in-8°.

Maison d'Amérique. Projet de création à Paris d'une association analogue à l'Union Panaméricaine de Washington, par R. L. Lomba. Paris, Imprimerie des arts et manufactures, 1917; 1 fasc. in-8°.

Le Lion. Synthèse et analyse. Une visite à Jésus-Christ, par Alexandre de Scey, Montbéliard. Paris, Paul Dupont, 1910; 1 vol. in-8°.

U. S. Department of labor. *Wholesale Prices* 1890 to 1895. Washington, Government Printing Office, 1916; 1 vol. in-8°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 SEPTEMBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. J. BOUSSINESQ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Quelques propriétés des formes quadratiques binaires indéfinies* (¹). Note de M. G. HUMBERT.

1. Les formules qui vont être développées se rapportent toujours aux réduites principales (mod 2) indéfinies. Elles appartiennent à deux types. Dans le premier type, les premiers membres sont des nombres *algébriques* de réduites : les réduites principales de déterminant N y apparaissent partagées en deux catégories, et c'est la *différence* entre les deux nombres correspondants de réduites qui intervient. Aux seconds membres figure soit le nombre total des classes positives de déterminant — N, soit un nombre analogue algébrique. Quant aux formules du second type, on peut les regarder comme une extension aux formes indéfinies, la seule qui ait été proposée jusqu'ici à ma connaissance, des théorèmes de Kronecker sur les formes définies.

Les notations sont toujours celles de mes Notes précédentes.

2. Si l'on pose, avec Hermite (²),

$$B = 4\sum_{n=0}^{\infty} q^{n+\frac{3}{4}}(-1)^n a_n, \tag{1}$$

où $a_n = \sum{}'(-1)^{\frac{d-1}{2}}$, cette dernière somme portant sur les diviseurs, d, de $4n+3$, inférieurs à leurs conjugués, j'ai fait connaître (³), avec l'indi-

(¹) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 298.

(²) *Journal de Liouville*, 2ᵉ série, t. 9, p. 145; *Œuvres*, t. 2, p. 246.

(³) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 297.

cation de leur origine, les expressions de $B\eta_1$ et $B\theta\eta_1$:

$$(2)\qquad B\eta_1 = 4\sum_{N=1}^{\infty}{}'(-1)^N q^N \mathop{\mathbf{S}}_{4N}\left[(-1)^{\frac{m}{4}}-1\right],$$

$$(3)\qquad B\theta\eta_1 = -4\sum_{h=1}^{\infty}{}' q^h \frac{1-q^{h^2}}{1-q^{2h}}(-1)^h.2h.$$

Les suivantes dérivent d'une source analogue :

$$(4)\qquad B\theta_1 = 4\sum_{N=0}^{\infty}{}' q^{N+\frac{3}{4}} \mathop{\mathbf{S}}_{4N+3}(-1)^{\frac{1}{4}(m_1+m_2-m)};$$

$$(5)\qquad B\theta = \frac{1}{2}\eta_1^3 + 4\sum_{N=0}^{\infty}{}' q^{2M+1+\frac{3}{4}} \mathop{\mathbf{S}'}_{8M+7}\left[(-1)^{\frac{1}{4}\mu_1}+(-1)^{\frac{1}{4}\mu_2}-1\right].$$

Dans ces formules, $\mathbf{S}$ a la même signification que dans ma dernière Note; $\mathbf{S}'$ porte sur les classes positives, de discriminant $8M+7$ et de l'*ordre impropre*; μ_1 et μ_2 désignent les deux *minima* $\equiv 0 \pmod 4$ d'une de ces classes ($\mu_1 \leqq \mu_2$).

Indiquons encore le développement

$$(6)\qquad -\theta_1\chi(x)\frac{H_1(x)}{H(x)}$$
$$= \text{const.} + 4\sum_{N=1}^{\infty}{}' q^N \left\{\mathop{\mathbf{S}}_{N}\cos mx + \mathop{\mathbf{S}''}_{N}\cos\mu x + \cos\mu' x + \cos\mu'' x\right\},$$

où la somme $\mathbf{S}''$ porte sur les classes positives, de discriminant N et de l'*ordre impropre*; μ, μ', μ'' sont les trois minima d'une de ces classes.

Enfin, si $F(N)$ et $F_1(N)$ désignent, selon l'usage, les nombres des classes positives, de discriminant N, respectivement de l'ordre propre et de l'ordre impropre, la constante, au second membre de (6), a pour expression

$$4\sum_{N=0}^{\infty}{}' q^N [F(N) - 3F_1(N)],$$

avec $F(0) = 0$; $F_1(0) = -\frac{1}{12}$.

3. *Formules du premier type.* — Dans (5) et (4), remplaçons B par sa valeur (1); égalons ensuite les coefficients des mêmes puissances de q dans

les deux membres, et, au premier, introduisons les réduites principales indéfinies [1] par le procédé de ma dernière Note. Nous trouvons ainsi *trois* formules, car (5) en fournit *deux*, selon qu'on y considère les termes en $q^{\mathrm{M}+\frac{3}{4}}$ ou en $q^{\mathrm{M}+\frac{7}{4}}$. Pour simplifier nous poserons

$$\mathrm{H}_1(n) = \sum_n{}^1 \left(\frac{-1}{\beta}\right); \qquad \mathrm{H}_2(n) = \sum_n{}^2 \left(\frac{-1}{\beta}\right); \qquad \mathrm{K}(n) = \sum_n{}^1 (-1)^{\frac{|a+c|-2}{4}}$$

toujours avec nos notations; les trois formules obtenues s'écrivent :

$$(7) \qquad \mathrm{H}_1(8n+3) = 2\,\mathrm{F}(8n+3),$$

$$(8) \qquad \mathrm{H}_2(8n+7) = 2 \mathop{\mathrm{S}'}_{8n+7} \left[1 - (-1)^{\frac{1}{4}\mu_1} - (-1)^{\frac{1}{4}\mu_2}\right],$$

$$(9) \qquad \mathrm{K}(4n+3) = 2 \mathop{\mathrm{S}}_{4n+3} (-1)^{\frac{1}{4}(m_1+m_2-m)}.$$

Opérons de même sur (2); nous trouvons une formule analogue qui s'applique aux réduites principales, de déterminant 4N et de l'ordre impropre, pour lesquelles $\frac{1}{2}(a+c)$ est impair. Introduisons alors les *semi-réduites* principales (a', b', c') et posons

$$\mathrm{H}_{\frac{1}{2}}(n) = \sum_n{}^{\frac{1}{2}} \left(\frac{-1}{\beta'}\right), \qquad \beta' = 2b' - |a'+c'|,$$

la somme s'étendant aux semi-réduites principales [2] (a', b', c') de déterminant n, nous aurons la relation

$$(10) \qquad \mathrm{H}_{\frac{1}{2}}(n) = 2 \mathop{\mathrm{S}}_{4n} \left[1 - (-1)^{\frac{m}{4}}\right].$$

J'ai déjà donné la formule (7), qui est une transformation d'un résultat d'Hermite, au Tome 158, 1914, p. 1361, des *Comptes rendus;* on peut en obtenir trois autres de même nature, en faisant $x = \frac{\pi}{4}$ dans (6), et distin-

---

(1) Ce sont celles (a, b, c), pour lesquelles $a+c$ est pair, $b > 0$ et

$$(a+c)^2 - 4b^2 < 0.$$

(2) Rappelons que (a', b', c') est semi-réduite principale si $a'+c'$ est impair, $b' > 0$ et $(a'+c')^2 - 4b'^2 < 0$.

guant des cas suivant la valeur de N (mod 4) :

(11) $$H_1(4n+2) = 2F(4n+2),$$

(12) $$H_2(8n+5) = 2F(8n+5),$$

(13) $$H_0(8n+1) = 2F(8n+1).$$

Dans la dernière, $H_0(8n+1)$ est la somme $\sum\left(\frac{-1}{\beta}\right)$, étendue à celles des réduites principales (a, b, c), de déterminant $8n+1$ et de l'ordre impropre, pour lesquelles $\frac{1}{2}(a+c)$ est pair.

4. Les formules (7) à (13) sont bien du type que nous avions annoncé; elles sont remarquablement simples et se traduisent élégamment en langage ordinaire; l'équation (11), par exemple, s'énonce ainsi :

Parmi les réduites principales (a, b, c), *indéfinies* (¹), *de déterminant* $4n+2$, *le nombre de celles où la quantité, toujours impaire,* $b - \frac{1}{2}|a+c|$ *est de la forme* $4k+1$, *diminué du nombre de celles où elle est de la forme* $4k-1$, *est égal au double du nombre des classes positives de discriminant* $4n+2$.

On a ainsi d'intéressantes relations entre certains nombres de réduites principales indéfinies de déterminant N et des nombres de réduites positives de déterminant — N. On en obtiendrait d'analogues, grâce à des formules nouvelles qui concernent la fonction numérique C d'Hermite (*loc. cit.*); par exemple :

$$K(4n) = 2(-1)^n\left[F(n) - 3F_1(n) + \underset{4n}{S}(-1)^{\frac{m}{4}}\right];$$

le premier membre devant être augmenté de $+1$, si n est carré.

Par d'autres procédés, enfin, et en partant toujours des propriétés de nos fonctions numériques $\psi, \chi, \ldots, s$, on établirait diverses équations, telles que celle-ci :

$$\sum_{4n+3}{}^{1}(-1)^{\frac{b}{2}}\left(\frac{-2}{\beta}\right) = -2\underset{4n+3}{S}\left(\frac{2}{m_1}\right),$$

où $\left(\frac{-2}{\beta}\right)$ et $\left(\frac{2}{m_1}\right)$ sont les symboles classiques de Jacobi.

5. *Formules du second type.* — Tout d'abord, en appliquant aux seconds

(¹) Il est inutile d'ajouter *de l'ordre propre*, car il n'y a pas d'ordre impropre pour les déterminants $\equiv 2$ ou 3 (mod 4).

membres de (7), (11), (12), (13), certaines des formules de Kronecker, on peut en déduire, pour les premiers membres, des relations du même genre. Par exemple, si $\varphi_i(n)$ désigne la somme des diviseurs *impairs* de n, on aura [1], par (11) et (12),

$$\mathrm{H}_1(4\mathrm{M}+2) + 2\mathrm{H}_1(4\mathrm{M}+2-2^2) + 2\mathrm{H}_1(4\mathrm{M}+2-4^2) + \ldots = 2\varphi_i(4\mathrm{M}+2),$$
$$\mathrm{H}_2(8\mathrm{M}+6-1^2) + 2\mathrm{H}_1(8\mathrm{M}+6-3^2) + 2\mathrm{H}_1(8\mathrm{M}+6-5^2) + \ldots = \varphi_i(8\mathrm{M}+6).$$

Ce sont des relations où les deux membres sont du type même de Kronecker; seulement $\mathrm{H}_1(4\mathrm{M}+2)$, par exemple, est la *différence* entre deux nombres de réduites principales de déterminant $4\mathrm{M}+2$, au lieu d'en être la *somme*, comme le demanderait l'analogie directe. On peut obtenir, de la manière suivante, d'autres relations de même nature.

Écrivons que $\mathrm{B}\theta\eta_1$, dont (3) fournit le développement suivant les puissances croissantes de q, est le produit, par η_1, de $\mathrm{B}\theta$, calculé lui-même comme produit de B par θ; égalons ensuite, dans les deux membres, les coefficients de $q^{2\mathrm{M}+1}$ et $q^{2\mathrm{M}}$, et posons, pour simplifier,

$$\Omega(n) = \Sigma'(\delta_i + \delta_p),$$

la somme s'étendant aux décompositions en facteurs $n = \delta_i\delta_p$, avec δ_i impair, δ_p pair et $\delta_i < \delta_p$; nous aurons :

$$\mathrm{H}_1(8\mathrm{M}+4-1^2) + \mathrm{H}_1(8\mathrm{M}+4-3^2) + \mathrm{H}_1(8\mathrm{M}+4-5^2) + \ldots = 2\varphi_i(2\mathrm{M}+1),$$
$$\mathrm{H}_1(8\mathrm{M}-1^2) + \mathrm{H}_1(8\mathrm{M}-3^2) + \mathrm{H}_1(8\mathrm{M}-5^2) + \ldots = 2\Omega(2\mathrm{M}).$$

On aurait pu opérer de même en permutant les rôles de η_1 et de θ; passant ensuite aux semi-réduites principales, on aurait trouvé les deux formules simples :

$$\mathrm{H}_{\frac{1}{2}}(2\mathrm{M}+1) + 2\mathrm{H}_{\frac{1}{2}}(2\mathrm{M}+1-1^2) + 2\mathrm{H}_{\frac{1}{2}}(2\mathrm{M}+1-2^2) + \ldots = 4\varphi_i(2\mathrm{M}+1),$$
$$\mathrm{H}_{\frac{1}{2}}(2\mathrm{M}) + 2\mathrm{H}_{\frac{1}{2}}(2\mathrm{M}-1^2) + 2\mathrm{H}_{\frac{1}{2}}(2\mathrm{M}-2^2) + \ldots = 4\Omega(2\mathrm{M}).$$

Les relations où entre le C d'Hermite donnent de même, si l'on désigne par $\rho(n)$ le nombre total de décompositions de n en une somme de deux carrés,

$$\mathrm{K}(8\mathrm{M}) - 2\mathrm{K}(8\mathrm{M}-4.1^2) + 2\mathrm{K}(8\mathrm{M}-4.2^2) - \ldots$$
$$= -\frac{1}{2}(-1)^{\mathrm{M}}\rho(2\mathrm{M}) + 12\varphi_i(2\mathrm{M}) - 4\Omega(2\mathrm{M}),$$
$$\mathrm{K}(8\mathrm{M}+4) - 2\mathrm{K}(8\mathrm{M}+4-4.1^2) + 2\mathrm{K}(8\mathrm{M}+4-4.2^2) - \ldots = 0.$$

---

[1] Dans les premiers membres ci-après, tous du type $\mathrm{H}_i(\mathrm{N}-h^2)$, on donne à h les valeurs entières telles que $\mathrm{N}-h^2$ reste positif, comme dans les formules de Kronecker.

Donnons encore cette formule, liée aux propriétés de la fonction $s_1(x)$,

$$\sum_{h=0,\pm1,\pm2,\ldots}' \sum_{8M+5-8h^2}^{1} (-1)^{\frac{2h+|a+c|+4}{8}} = -2\sum' d\left(\frac{2}{d}\right),$$

la dernière somme s'étendant aux décompositions en facteurs $8M+5=dd_1$, avec $d<d_1$.

6. Pour terminer, j'indiquerai des relations analogues, mais où les premiers membres portent sur certains *coefficients* des réduites principales, coefficients qui ne sont plus ici des unités. Posons, afin d'abréger,

$$L(n)=\sum_n^1 2\beta; \qquad P(n)=\sum_n^1 2\beta(-1)^{\frac{b}{2}};$$

nous aurons, parmi d'autres formules,

$$(14) \qquad \sum_{h=0,\pm1,\pm2,\ldots}' (-1)^h L(4N+1-4h^2) = -2(-1)^N \sum' d(d_1-d)\left(\frac{-1}{d}\right),$$

la somme, au second membre, portant sur les décompositions

$$4N+1=dd_1; \qquad d \leqq d_1;$$

puis

$$(15) \qquad \sum_{h=0,\pm1,\pm2,\ldots}' (-1)^h L(4N-4h^2) = -8\sum \delta(\delta_1-\delta)(-1)^{\frac{1}{2}(\delta_1+\delta-1)},$$

la somme, au second membre, portant sur les décompositions

$$(16) \qquad N=\delta\delta_1; \qquad \delta<\delta_1,$$

où, de plus, δ et δ_1 sont de parités contraires. Dès lors, le second membre de (15) est *nul*, si N est impair. Enfin

$$\sum_{2k+1=\pm1,\pm3,\ldots}' P(8M-(2k+1)^2) = 8\sum' \delta^2(-1)^{\frac{1}{2}(\delta+\delta_1-1)},$$

le second membre portant sur les décompositions (16), où $N=2M$.

7. Nous arrêterons là ces exemples. Ils suffisent, croyons-nous, pour confirmer l'importance, dans les applications arithmétiques, des fonctions numériques remarquables dont nous avons si souvent parlé, et aussi pour montrer l'utilité que présentait notre définition des formes indéfinies

réduites, ou semi-réduites, principales (mod 2) : ces réduites, on l'a vu dans cette Note et dans la précédente, s'offrent de la manière la plus naturelle et permettent de donner un énoncé simple et élégant à des résultats d'apparence compliquée, que, sans leur secours, nous aurions dû souvent laisser dans l'ombre.

ZOOLOGIE. — *Sur certaines catégories à établir parmi les Poissons habitant les eaux douces.* Note [1] de M. **G.-A. Boulenger.**

Quand, pour l'étude de la distribution géographique, il importe de répartir les Poissons en marins et d'eau douce, une difficulté se présente du fait qu'un nombre considérable d'entre eux se rangent à la fois dans les deux catégories : tels que les Saumons et les Anguilles, selon l'époque de leur existence, certaines Truites et Épinoches dont la même espèce se divise en races les unes à vie mixte, les autres entièrement dulcaquicoles. Pour d'autres encore on a proposé une division intermédiaire, dite des *Poissons d'eau saumâtre* [2], vague et incorrecte dans son application, car beaucoup des espèces qui y sont comprises se rencontrent aussi en pleine mer et remontent les cours d'eau bien au delà de l'influence des marées, comme, par exemple, certains Bars et Muges. Même le terme *dulcaquicole* ne peut pas toujours être pris dans le sens absolu, puisque diverses espèces auxquelles il s'applique normalement peuvent s'établir dans des mers peu salées, comme la Baltique, tandis que d'autres, qui ne s'aventurent jamais au delà de l'embouchure des rivières, se sont adaptées à la vie dans des eaux dont la salure est supérieure à celle de la mer, ainsi qu'il a été constaté chez certains Cichlides d'Afrique.

La conception du véritable Poisson d'eau douce est plutôt théorique. Quand dans un groupe, famille ou sous-famille, aucun représentant n'est marin, nous sommes autorisés à conclure que ce groupe a pris son essor en eau douce; ses ancêtres peuvent avoir vécu dans la mer, peu importe, mais comme tel il a toujours été dulcaquicole et les fossiles sont souvent là pour le prouver. Je propose donc de désigner cette catégorie sous le nom de Poissons limnogènes, par opposition à tous les autres, thalassogènes. Il est important de faire cette distinction, car la dispersion des premiers

---

[1] Séance du 27 août 1917.

[2] Gunther, *Study of Fishes*, 1880, p. 251.

comparés aux seconds a été régie par des conditions toutes différentes, ainsi que le démontre leur distribution, indépendante des mers dans lesquelles se déversent les cours d'eau qu'ils habitent, mais se rattachant à la configuration des terres et des bassins hydrographiques aux périodes géologiques qui ont précédé l'époque actuelle.

Comme exemple je citerai la grande famille des Silurides, exclusivement dulcaquicoles à l'exception des deux sous-familles des Plotosinés et des Ariinés, dont les représentants sont marins et ne font que remonter certaines rivières; or ces derniers sont identiques ou très voisins sur les deux côtes de l'Atlantique, tandis que dans les autres sous-familles aucun genre n'est commum à l'ancien et au nouveau monde.

En ce qui concerne les Poissons thalassogènes représentés dans les eaux douces, trois grandes divisions s'imposent : CATAGAMES, ANAGAMES, MÉNOGAMES.

Les Catagames, qui passent une partie de leur vie en eau douce et se reproduisent en mer, et les Anagames, qui se comportent inversement, répondent aux Catadromes et Anadromes de la plupart des auteurs; mais, à la suite des objections qu'a faites G. Gilson ([1]) au sens souvent donné à ces derniers termes, qu'il réserve pour exprimer la montée et la descente d'un même poisson (migrations anadromiques ou catadromiques), j'ai proposé ([2]) de leur substituer les dénominations ci-dessus, comme plus expressives et permettant de conserver les autres dans le sens qui leur convient le mieux.

Je propose de désigner comme Ménogames ([3]) les Poissons originairement catagames ou anagames qui ont abandonné les migrations pour s'établir définitivement en eau douce, soit spontanément; soit à cause d'un emprisonnement dans des lacs autrefois en communication avec la mer. Comme exemples du premier cas, de beaucoup les plus nombreux, on peut citer le *Carcharias zambesensis*, les *Trygon* des fleuves de l'Amérique du Sud; beaucoup de Clupéides, de Truites, de Gobiides, de Pleuronectes, d'Epinoches, de Lophobranches, de Tétrodons, etc.; comme exemples du second le *Carcharias nicaraguensis*, certaines races de *Petromyzon marinus*, de *Salmo salar* et de *Cottus quadricornis*, cas fort intéressants d'adaptation forcée.

([1]) *Ann. Soc. Zool.-Malac. Belg.*, t. 43, 1908, p. 10.

([2]) *The Field*, t. 111, 1908, p. 524.

([3]) De μένω, *maneo*, et de γάμος, *nuptiæ*.

Si je suis d'accord avec la plupart des auteurs quant à l'origine des Poissons catagames et ménogames, il n'en est pas de même en ce qui concerne les Salmonides, rangés le plus souvent, par Günther entre autres, parmi les Poissons d'eau douce proprement dits, pour deux raisons apparemment : d'abord parce que ces poissons frayent en eau douce, ensuite parce que la plupart des espèces sont exclusivement dulcaquicoles. Mais alors que penser des Aloses, qui se comportent comme les Saumons et les Truites, bien qu'on s'accorde à les considérer comme d'origine marine, et des types ménogames que Günther réunissait, à l'exception des *Galaxias* et des Épinoches d'eau douce, dans sa division des Poissons d'eau saumâtre, quoique dans bien des genres les espèces soient nombreuses en eau douce et établies souvent fort loin de la mer. Ce qui me semble tendre à prouver l'origine marine des Salmonides c'est que, outre le fait qu'un certain nombre ne quittent jamais la mer et descendent même à de grandes profondeurs, la distribution de certaines espèces anagames du genre *Salmo*, dépendant des océans, contraste nettement avec celle des poissons limnogènes : ainsi le Saumon proprement dit, *S. salar*, vit à la fois en Europe et dans l'est de l'Amérique du Nord, et des espèces de la section *Oncorhynchus* sont identiques à l'est et à l'ouest de l'océan Pacifique; tout comme aux Antipodes la distribution des *Galaxias* s'explique non pas par une continuité continentale hypothétique (*Antarctis*), comme on l'a suggéré, mais par la conclusion que les espèces, aujourd'hui pour la plupart confinées dans les eaux douces, sont dérivées de formes marines, comme il en existe d'ailleurs encore (1).

Pour donner un exemple de l'application des catégories ainsi définies, j'ai dressé la liste suivante des groupes représentés dans les eaux douces de l'Afrique, dont je viens d'achever la revision (2) :

I. Thalassogènes dulcaquicoles :

A. Catagames : *Pristidæ*, *Elopidæ*, *Siluridæ* (*Plotosinæ*, *Ariinæ*), *Symbranchidæ*, *Anguillidæ*, *Scombresocidæ* (*Hemirhamphus*), *Centrarchidæ*, *Sciænidæ*, *Serranidæ* (*Morone*, *Ambassis*, *Therapon*), *Scorpididæ*, *Pristipomatidæ*, *Sparidæ*, *Carangidæ*, *Pleuronectidæ*, *Gobiidæ*, *Atherinidæ*, *Mugilidæ* (*Mugil*), *Polynemidæ*, *Sphyrænidæ*.

---

(1) Voir Boulenger, *Nature*, t. 67, 1902, p. 84.

(2) *Catalogue of the Freshwater Fishes of Africa in the British Museum*, 4 vol. 1909-1916.

B. Anagames : *Clupeidæ* (*Clupea*).

C. Ménogames : *Carchariidæ*, *Clupeidæ*, *Salmonidæ*, *Galaxiidæ*, *Scombresocidæ* (*Zenarchopterus*), *Syngnathidæ*, *Centrarchidæ*, *Serranidæ* (*Lates*, *Luciolates*), *Scorpididæ*, *Gobiidæ*, *Atherinidæ*, *Mugilidæ* (*Agonostoma*), *Gatrosteidæ*, *Blenniidæ*, *Tetrodontidæ*.

II. Limnogènes : *Polypteridæ* (*), *Lepidosirenidæ*, *Mormyridæ* (*), *Notopteridæ*, *Osteoglossidæ*, *Pantodontidæ* (*), *Phractolæmidæ* (*), *Kneriidæ* (*), *Cromeriidæ* (*), *Characinidæ*, *Cyprinidæ*, *Siluridæ*, *Cyprinodontidæ* (?), *Nandidæ*, *Cichlidæ*, *Osphromenidæ*, *Anabantidæ*, *Ophiocephalidæ*, *Mastacembelidæ* (¹).

Si l'étude de la distribution des Poissons thalassogènes dulcaquicoles relève de celle de la faune marine, il en est tout autrement pour les limnogènes, ainsi que le démontre l'exemple des Silurides cité plus haut. Il s'agit de découvrir quelle est l'origine des divers types : se sont-ils formés là où ils habitent actuellement, ou ont-ils émigré, et par quelles voies, d'autres parties du monde? C'est un problème de grand intérêt, mais encore bien difficile à attaquer, vu l'imperfection des données paléontologiques, à défaut desquelles il est le plus souvent impossible de conclure; néanmoins, je me suis efforcé, il y a quelques années (²), de rassembler tous les documents qui portent sur cette question et d'en tirer parti pour spéculer sur l'origine des divers groupes de Poissons d'Afrique, à une époque où l'on discutait encore l'hypothèse d'une origine marine pour expliquer le caractère de la faune du Lac Tanganika (³).

(¹) Les familles marquées d'un astérisque sont propres à l'Afrique.

(²) *Rep. Brit. Assoc.*, 1905, p. 412.

(³) Comme appendice à cette Note, et pour mieux fixer les idées, voici la liste des Poissons thalassogènes dulcaquicoles de France :

Catagames : *Anguilla vulgaris*, *Pleuronectes flesus*, *Mugil capito*, *M. cephalus*.

Anagames : *Petromyzon marinus*, *P. fluviatilis*, *Acipenser sturio*, *Clupea alosa*, *C. finta*, *Salmo salar*, *S. trutta*, *Coregonus oxyrhynchus*.

Ménogames : *Petromyzon Planeri*, *Salmo trutta*, *var. lacustris*, *fario*, *S. alpinus*, *var. salvelinus*, *Thymallus vulgaris*, *Coregonus lavaretus*, *C. bezola*, *Atherina mochon*, *Cottus gobio*, *Gastrosteus aculeatus*, *G. pungitius*, *Blennius frater*, *Lota vulgaris*.

CORRESPONDANCE.

MM. **Edmond Bordage**, **Gagnepain** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur le *Fonds Bonaparte* en 1917.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la classification des points transcendants des inverses des fonctions entières ou méromorphes.* Note (¹) de M. **Georges Rémoundos**, transmise par M. Hadamard.

1. Dans la thèse intéressante de M. Félix Iversen (Helsingfors, 1914), on trouve une étude approfondie et détaillée des singularités des inverses des fonctions méromorphes $u = f(z)$ avec des résultats intéressants et une classification des points transcendants de ces fonctions multiformes, fondée par M. Boutroux (*Annales de l'École Normale*, 1908) [2], et perfectionnée par M. Iversen.

Or j'ai étudié (*Ann. Fac. Sc. Toulouse*, 2e série, t. 9) les points critiques transcendants des inverses des fonctions algébroïdes (dont les fonctions entières ou méromorphes sont des cas particuliers) et donné une classification des points transcendants basée sur la densité asymptotique des branches $z = \varphi(u)$ qui tendent à l'infini lorsque le point u tend vers le point u_0 sur un chemin aboutissant à u_0.

M. Iversen considère l'ensemble (E) des déterminations de $z = \varphi(u)$ qui sont finies en u_0 [racines de $u_0 = f(z)$], selon que cet ensemble est fini ou infini, sans tenir compte des grandes variétés que peut présenter la densité asymptotique de ces racines.

Comme, dans mon travail ci-dessus cité, je me bornais au cas où $f(z)$ est d'ordre fini et que, d'autre part, j'ai pu perfectionner et généraliser ma classification, je l'exposerai ici sous une forme qui complète et précise celles de MM. Boutroux et Iversen.

---

[1] Séance du 13 août 1917.

[2] Voir aussi P. Boutroux, *Leçons sur les fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre*, Paris, 1908, et *Sur les fonctions inverses des fonctions entières* (*Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 1406).

2. Pour fixer les idées, bornons-nous à une fonction entière $u = f(z)$, considérons son inverse $z = \varphi(u)$ et désignons par $\mu(r)$ un ordre de $f(z)$, qui, dans le cas de l'ordre fini, est bien déterminé et égal à un nombre constant ρ; dans le cas de l'ordre infini, $\mu(r)$ est une fonction type introduite par MM. Blumenthal [1] et Kraft pour régulariser la marche du module maximum de $f(z)$. On sait que, *en général*, la densité des racines de l'équation

$$f(z) = u \tag{1}$$

est d'ordre $\mu(r)$, c'est-à-dire que, si nous désignons par n le nombre des racines de (1) contenues à l'intérieur et sur la périphérie du cercle $|z| = r$, on a

$$n < r^{\mu(r)^{1+\varepsilon}} \tag{2}$$

à partir d'une valeur de r (pour toutes les valeurs suffisamment grandes),

$$n > r^{\mu(r)^{1-\varepsilon}} \tag{2'}$$

pour des valeurs infiniment grandes de r.

Il ne peut y avoir exception que pour deux valeurs au plus de u (l'infini compris), pour lesquelles on pourrait cesser d'avoir (2') à partir d'une valeur de r (d'après le théorème généralisé de M. Picard) [2].

3. *Degré et ordre algébrique.* — Considérons un point u_0 du plan u et soit n_0 le nombre des racines dont le module est égal ou inférieur à r. Si, r croissant indéfiniment, n_0 reste fini, le point u_0 est nécessairement transcendant [voir ma Thèse, celle de M. Iversen (p. 23), ainsi que mon travail ci-dessus cité] pour la fonction inverse $z = \varphi(u)$, parce que la valeur u_0 sera asymptotique pour la fonction $u = f(z)$; dans ce cas, le point u_0 (point *directement critique* de MM. Boutroux et Iversen) sera dit *de degré algébrique fini* pour la fonction $z = \varphi(u)$. Si n_0 ne reste pas fini, nous dirons que *son degré algébrique est infini* et, dans ce cas, nous introduirons une autre notion, celle de l'ordre algébrique : En désignant par $\mu_0(r)$ un ordre (fonction-type) de la densité des racines de l'équation $f(z) = u_0$, nous dirons que le point u_0 est *d'ordre algébrique* $\mu_0(r)$ pour $z = \varphi(u)$, puisque

(1) *Principes de la théorie des fonctions entières d'ordre infini* (*Collection de monographies sur la théorie des fonctions*, publiée sous la direction de M. Émile Borel, Paris, 1910).

(2) Voir le même Livre de M. Blumenthal (Chapitre VII).

cette quantité $\mu_0(r)$ détermine la densité asymptotique des branches de $z = \varphi(u)$ qui sont finies (et, par conséquent, algébroïdes) dans le voisinage de $u = u_0$.

4. *Degré et ordre transcendant.* — Les éléments transcendants nous sont fournis par la quantité $n - n_0 = \mathrm{N}(r)$ qui se rattache ([1]) à la densité asymptotique des branches de $z = \varphi(u)$ qui tendent vers l'infini sur un chemin du plan u aboutissant au point u_0 et exprime, pour ainsi dire, la différence entre la densité générale des racines d'une équation $f(z) = u$ et la densité spéciale (qui peut être exceptionnelle au sens du théorème de M. Picard) des racines de l'équation $f(z) = u_0$.

Nous distinguons encore deux cas : Si la différence $n - n_0 = \mathrm{N}(r)$ reste finie, r croissant indéfiniment, nous dirons que le point u_0 est de *degré transcendant fini* pour la fonction $z = \varphi(u)$. Dans le cas contraire, il sera de degré *transcendant infini* et, alors, il est nécessaire d'introduire la notion d'ordre en posant

$$n - n_0 = r^{v(r)}$$

et en désignant par $\mathrm{T}(r)$ une fonction-type régularisant la marche de $v(r)$: nous dirons alors que le point u_0 est *d'ordre transcendant* $\mathrm{T}(r)$.

5. Les considérations et définitions ci-dessus exposées nous conduisent aux conclusions suivantes :

I. *Lorsque l'ordre algébrique d'un point u_0 est asymptotiquement inférieur à $\mu(r)^{1-\delta}$ (δ, nombre positif fixe arbitrairement petit), ce point est sûrement transcendant dont l'ordre transcendant est $\mu(r)$, c'est-à-dire : atteint le maximum. Il en est de même, à fortiori, si le degré algébrique est fini.*

II. *Tout point u_0 indirectement critique* ([2]) [d'après la classification de MM. Boutroux et Iversen (voir la thèse de M. Iversen, p. 46)] *est d'ordre algébrique $\mu(r)$ [maximum], tandis que son degré transcendant est fini. On peut même dire que ce degré est nul dans le sens que la plus grande limite, pour $r = \infty$, de $n - n_0$ est zéro.*

III. *Il est impossible d'avoir plus de deux points transcendants (l'infini compris) d'ordre algébrique inférieur à $\mu(r)$ [plus précisément inférieur à $\mu(r)^{1-\delta}$, δ étant un nombre positif quelconque]. A cette classe appartiennent les points directement critiques.*

([1]) Thèse de M. Iversen et mon travail ci-dessus cité (p. 179).

([2]) Pour toutes les portions $\varphi_\Delta(u)$ de $\varphi(u)$. [Voir la thèse de M. Iversen pour le domaine Δ et la portion $\varphi_\Delta(u)$.]

Cela est une application du théorème généralisé de M. Picard.

6. *Exemple.* — Pour la fonction $z = \varphi(u)$ définie par l'équation $u = \sin z e^{z^2}$, le point $u = 0$ est une valeur exceptionnelle et point transcendant d'ordre algébrique 1 et d'ordre transcendant 2, le point $u = \infty$ est directement critique (de degré algébrique nul).

Remarque I. — Comme le nombre n correspond à un point u, choisi, bien entendu, régulier pour la fonction $z = \varphi(u)$, la différence $n - n_0 = N(r)$ ne peut pas rester inférieure à un nombre négatif $-p$ pour une infinité de valeurs indéfiniment croissantes de r, puisque, dans le cas contraire, on aurait $n_0 - n > p$ pour des valeurs de r infiniment grandes et alors le point u serait transcendant pour $z = \varphi(u)$.

Remarque II. — La classification indiquée dans cette Note peut s'appliquer à une portion $\varphi_\Delta(u)$ de la fonction $z = \varphi(u)$ séparée des autres branches dans un cercle C de centre u_0 de la manière indiquée par M. Iversen dans sa thèse.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la classification des aciers au nickel et des aciers au manganèse.* Note (¹) de M. **P. Dejean**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Aciers au nickel. — On a l'habitude de classer les aciers au nickel, au point de vue de leurs points critiques, en deux groupes :

1° Les aciers contenant moins de 25 pour 100 de nickel pour lesquels le point critique se produit, au refroidissement, à une température généralement très différente de celle à laquelle il s'était produit au chauffage et qui sont dits *irréversibles* ;

2° Les aciers contenant plus de 25 pour 100 de nickel dont le point critique se produit sensiblement à la même température au chauffage et au refroidissement, et qui sont dits *réversibles*.

On rencontre parmi les *irréversibles* des aciers ayant des propriétés bien différentes. Les uns, jusqu'à 10 pour 100 de nickel environ, sont relativement doux; ils sont constitués par de la ferrite et de la perlite. Les autres sont durs; ils sont martensitiques.

Nous avons indiqué, dans une Note précédente, les relations existant

---

(¹) Séance du 30 juillet 1917.

entre les points critiques A et B et les constituants micrographiques. Ces relations se trouvent vérifiées pour les aciers au nickel. Les aciers contenant moins de 10 pour 100 de nickel ne montrent que le point A et sont perlitiques. De 10 à 25 pour 100 ils n'ont que le point B et sont martensitiques. A 10 pour 100 ils ont les points A et B (*fig.* 1). Il y a donc

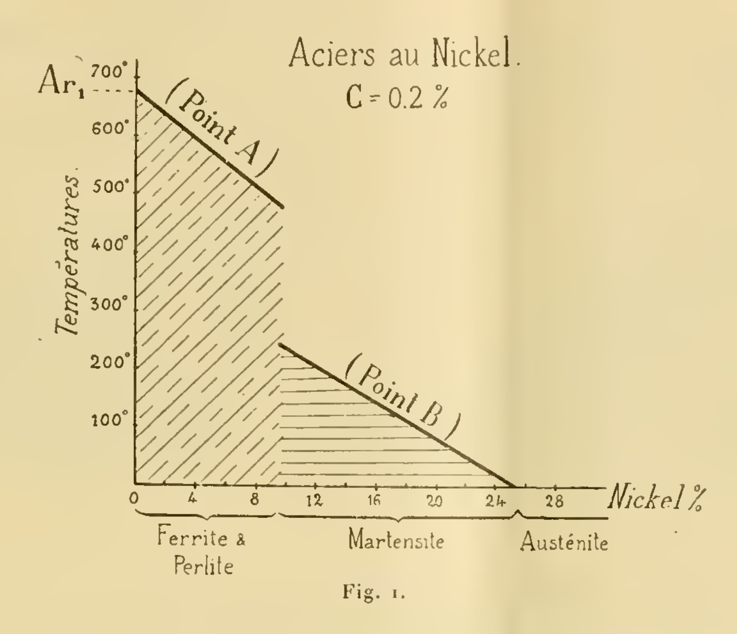


Fig. 1.

lieu de séparer les aciers dits *irréversibles* en deux classes : 1° de 0 à 10 pour 100 de nickel, les aciers perlitiques, qui sont *pseudo-* ou *quasi-réversibles*; 2° de 10 à 25 pour 100 de nickel, les aciers martensitiques qui constituent les aciers *irréversibles* à proprement parler.

C'est donc à tort que, dans les diagrammes de points critiques publiés jusqu'ici, on a figuré par une ligne continue la position des points critiques des aciers peu carburés contenant moins de 25 pour 100 de nickel.

Aciers au manganèse. — Les mêmes remarques, que nous venons de faire pour les aciers au nickel, s'appliquent intégralement aux aciers au manganèse relativement peu carburés (carbone $<$ 0,4 pour 100) (*fig.* 2).

De 0 à 3,5 pour 100 de manganèse, ces aciers sont perlitiques et à point A. De 3,5 à 11 pour 100 ils sont martensitiques et à point B. En outre, de 3,5 à 4 pour 100 il existe une région intermédiaire dans laquelle les aciers possèdent les deux points A et B et sont formés de troostite et de martensite.

Pour les aciers plus carburés, de 0,7 à 1 pour 100 de carbone (*fig.* 3), la zone intermédiaire (à points A et B) prend une importance consi-

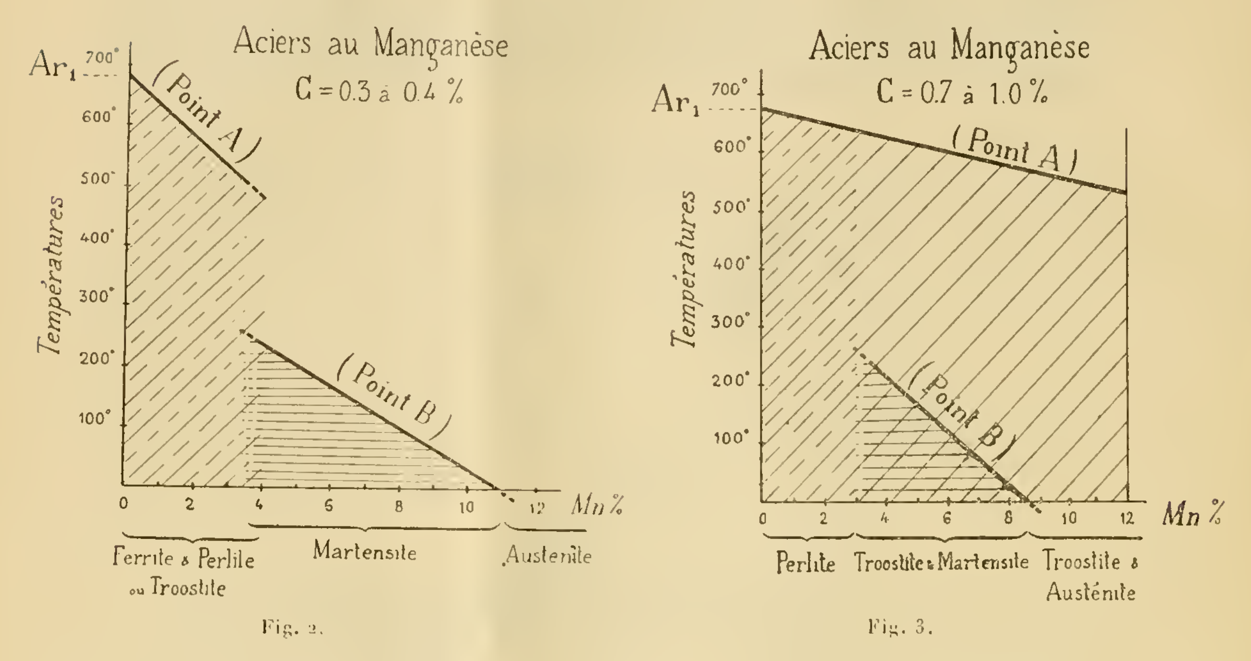


Fig. 2.

Fig. 3.

dérable. A égalité de teneur en manganèse, la température du point A

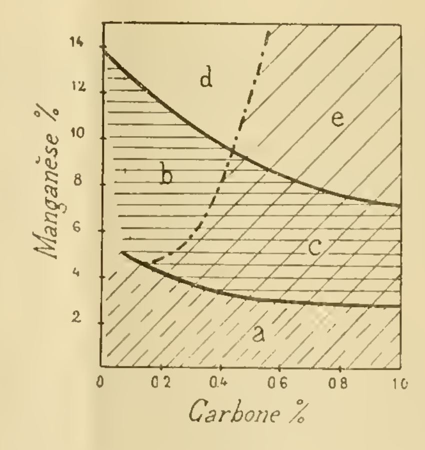


Fig. 4. — Diagramme des constituants des aciers au manganèse bien recuits : *a*, Perlite et ferrite ou cémentite; *b*. Martensite; *c*. Martensite et troostite; *d*. Austénite; *e*. Austénite et troostite.

s'élève, alors que celle du point B s'abaisse. Enfin, on peut, par des refroidissements convenables, arriver à faire produire le point A dans les aciers

pour lesquels le point B se trouve au-dessous de 0°. On obtient ainsi des aciers à troostite et austénite.

La figure 4 résume nos remarques. Elle se divise en trois sections.

Première section (a). — Aciers à faible teneur en manganèse (aciers à point A). Ces aciers sont perlitiques.

Deuxième section (b, c). — Pour des teneurs plus élevées en manganèse, les aciers présentent le point B. Ces aciers sont martensitiques avec ou sans troostite suivant qu'on a pu, en outre, faire produire ou non le point A.

Troisième section (d, e). — Dans les aciers à teneur encore plus élevée en manganèse, on ne peut faire apparaître le point B que par des refroidissements au-dessous de la température ordinaire. Ces aciers sont austénitiques. Ils renferment de la troostite lorsqu'on a pu faire produire le point A.

La ligne en pointillé divise le diagramme en deux parties :

1° La partie située à droite et en bas de cette ligne (régions a, c, e) est celle des aciers susceptibles de donner le point A (perlite ou troostite);

2° Les régions b et d dans lesquelles il est presque impossible de faire produire le point A (aciers martensitiques ou austénitiques sans troostite).

INDUSTRIE. — *Sur l'exploitation économique des tourbes de Châteauneuf-sur-Rance (Ille-et-Vilaine).* Note [1] de MM. **C. Galaine**, **C. Lenormand** et **C. Houlbert**, présentée par M. Edmond Perrier.

M. Eckenberg, de Londres, a démontré qu'une tourbe chauffée sous pression, à une température supérieure à 150° C., perd sa consistance gélatineuse et peut être ensuite facilement séchée par compression. Pour des raisons purement techniques, le procédé Eckenberg n'a pu recevoir, jusqu'à ce jour, d'application industrielle; le produit qu'il fournit possède cependant des propriétés fort intéressantes; ce n'est plus la tourbe : c'est une substance nouvelle à laquelle, pour la commodité de notre exposé, nous donnons le nom de *tourbon;* voici ses principales propriétés :

1° Le pouvoir calorifique du *tourbon* est supérieur d'environ 10 pour 100 à celui de la tourbe simplement desséchée et peut atteindre 6500 cal-kg; c'est un demi-coke.

---

[1] Séance du 27 août 1917.

2° L'hydrocellulose étant détruite par le passage à l'autoclave, le *tourbon* ne reprend plus l'humidité après dessiccation.

3° Nous avons constaté que le *tourbon*, obtenu avec les tourbes de Châteauneuf, était tout particulièrement riche en produits volatils. Voici, à titre d'exemple, une moyenne d'analyses effectuées à l'usine à gaz, à l'École nationale d'Agriculture et à l'École de Médecine et de Pharmacie de Rennes :

	Pour 100.
Matières volatiles	61,3
Cendres	3,1
Charbon fixe	36,6

Ces chiffres se rapportent au tourbon anhydre.

Encouragés par ces résultats, voici comment nous avons réalisé la préparation économique du tourbon :

Au lieu de prendre les tourbes naturelles à 85 ou 90 pour 100, nous enlevons d'abord, par un pressurage à froid, la plus grande quantité d'eau possible. Les nouvelles presses continues (syst. Mabille, Aurep, etc.), donnant des pressions atteignant facilement 50^{kg} à 100^{kg} par centimètre carré, permettent d'obtenir des briquettes ne renfermant plus que 60 pour 100 d'eau. Nous partons de ces briquettes. Après les avoir placées sur des chariots, en couches séparées par des claies, nous les introduisons dans des autoclaves horizontaux chauffés pendant 25 minutes, *par la vapeur*, à 160°.

Au sortir des autoclaves, la tourbe cuite peut être une deuxième fois passée dans les presses, mais cette opération n'est pas nécessaire. Débarrassé de la matière gélatineuse, le produit sèche rapidement, soit à l'air libre, mieux encore dans des couloirs chauffés par les gaz du foyer.

Récupération de la chaleur. — Nous récupérons la plus grande partie de la chaleur perdue en disposant les autoclaves en batteries, par couples, et en les reliant par une tuyauterie appropriée, de manière à pouvoir utiliser successivement la vapeur de détente et l'eau chaude condensée au fond de chacun d'eux. Le calcul qui suit justifie l'économie du procédé.

Pour simplifier les calculs, nous admettons que la chaleur spécifique de la tourbe brute est égale à celle de l'eau; nous nous tenons toujours ainsi dans des conditions moins avantageuses que les conditions réelles.

Imaginons 100^{kg} de tourbe dans notre autoclave, pour porter ces 100^{kg} de tourbe à 160°, il faudra produire

$$160 \times 100 = 16000^{cal}.$$

La chaleur de vaporisation de l'eau, à cette température, étant de 494^{cal}, il nous

faudra donc employer

$$\frac{16000}{494} = 32^{\text{kg}},5 \text{ de vapeur.}$$

D'autre part, on sait que, pratiquement, 1^{kg} d'un charbon fournissant 6500^{cal} (¹) est capable de vaporiser 6^{kg} d'eau environ; il nous faudra donc, *en charbon*, pour vaporiser nos $32^{\text{kg}},5$ d'eau dans les conditions indiquées :

$$\frac{32,5}{6} = 5^{\text{kg}},4.$$

Or, comme nos 100^{kg} de matière première contenaient 40 pour 100 de charbon (nous sommes partis d'une tourbe-briquette à 60 pour 100 d'eau); avec un seul autoclave, pour une dépense de $5^{\text{kg}},4$, on obtiendra donc 40^{kg} de charbon; la dépense sera

$$\frac{5,4}{40} = \frac{1}{7} \text{ approximativement;}$$

le rendement, environ 87 pour 100.

Par l'emploi d'un deuxième autoclave, *nous récupérerons une partie de l'énergie dépensée* et *nous augmenterons le rendement*.

Établissons la communication du premier autoclave (dans lequel la tourbe est chauffée à 160°), avec un deuxième chargé de briquettes; nos $32^{\text{kg}},5$ de vapeur à 160° feront un apport de

$$32,5 \times 160 = 5200^{\text{cal}}.$$

Mais, du fait de la détente (dans le premier autoclave), l'eau qui imprègne la tourbe va s'échapper; et, dans le temps qu'il faut à cet autoclave pour passer de 160° à 100°, un nouveau contingent de calories va encore passer dans le second, soit

$$60° \times 100 = 6000^{\text{cal}}.$$

La récupération théorique totale sera donc

$$5200 + 6000 = 11\,200^{\text{cal}}.$$

Comme il nous faut aussi, d'après le calcul primitif, dans le deuxième autoclave, 16000^{cal}, la quantité de charbon dépensé sera donc réduite dans la proportion de $\frac{11\,200 \times 5,4}{16000}$, c'est-à-dire à $3^{\text{kg}},7$.

La dépense définitive, avec deux autoclaves en batterie, sera donc

$$\frac{3,7}{40} = \frac{1}{11} \qquad \left(\text{au lieu de } \frac{1}{7}\right),$$

le rendement aura monté à 91 pour 100.

(¹) Ce sont là, à peu près, les caractéristiques de notre tourbon.

Cela signifie que chaque kilogramme de charbon brûlé, dans le générateur, nous fournira 11^{kg} de tourbon.

On voit clairement que si nous étions partis d'une tourbe contenant 70 pour 100 d'eau, ce qui est très facile à obtenir par la compression, la dépense théorique, dans les mêmes conditions, serait

$$\frac{3,7}{30} = \frac{1}{8,1} \qquad \text{(rendement 88 pour 100).}$$

Industriellement, ce résultat serait encore fort intéressant.

Conclusions. — Le procédé que nous venons de décrire permet donc d'obtenir un produit spécial, le *tourbon*, dont nous avons déjà indiqué les propriétés. Ce produit, qu'on peut amener facilement, par la dessiccation à l'air libre, à ne plus renfermer que 20 à 25 pour 100 d'eau, peut, dans ces conditions, être utilisé tel quel :

1° Aux lieu et place du bois dans les usages domestiques;

2° Dans les gazogènes pour les moteurs à gaz pauvre;

3° Dans la distillation pour l'utilisation des gaz combustibles et des sous-produits (*sulfate d'ammoniaque*, *alcool méthylique*, *coke*, etc.).

L'exploitation peut se faire en marche continue, hiver comme été, avec un personnel restreint.

GÉOLOGIE. — *Essai d'explication de quelques particularités dans la tectonique du système alpin.* Note posthume de M. **Albert Cochain**, présentée par M. Pierre Termier.

J'ai, dans une Note précédente (¹), tenté d'expliquer, par la naissance en profondeur de deux *bandes de flexion* rectangulaires, le dessin général des plissements alpins, la symétrie approchée des lignes de ce dessin par rapport à un centre situé vers le milieu de l'Apennin, enfin l'existence, sur chacun des arcs, d'une tendance au déversement vers l'extérieur. Il est clair que si tout, dans les deux bandes de flexion, était parfaitement symétrique, la figure dessinée par les lignes directrices des plis serait, à chaque instant, une sorte de trèfle à quatre feuilles, symétrique par rapport aux axes des bandes de flexion (*fig.* 1).

La figure réelle étant fort différente, il existe certainement quelque dissy-

(¹) Albert Cochain, *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 240.

métrie dans la cause : soit prédominance de l'une des flexions sur l'autre ; soit existence, dans chacune des bandes, d'un sens de propagation de la flexion; soit enfin défaut de synchronisme dans la propagation de la flexion le long des deux bandes. On peut supposer que la flexion est particulièrement énergique dans la bande qui a une direction voisine de Est-Ouest (bande de Karpinsky); et aussi que, dans la bande rhénane, la flexion vient du Sud, et qu'elle vient de l'Est dans l'autre bande.

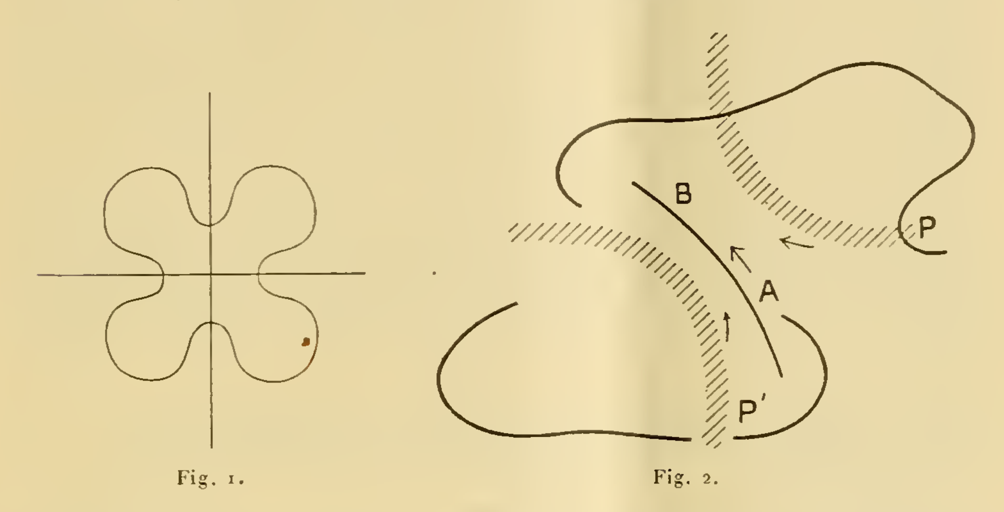


Fig. 1. Fig. 2.

Considérons donc les deux zones P et P′ de l'écorce résistante, et la flexion, par conséquent la surélévation, se propageant, dans ces zones, suivant les flèches. Entre les deux zones de surélévation, une aire d'affaissement A prendra naissance, qui, à mesure que les flexions vont se propager vers l'Ouest et le Nord, se propagera, elle, vers le Nord-Ouest. Cette aire fera naturellement dévier les deux bandes de flexion : P vers le Nord, P′ vers l'Ouest. Les deux bandes de flexion ne peuvent passer au point B, intersection géométrique de leurs axes, qui se trouvera, au contraire, dans la région affaissée; et, par suite de la déviation progressive de P vers le Nord, de P′ vers l'Ouest, l'ensemble des deux bandes de flexion finira par affecter la forme d'une hyperbole équilatère (*fig.* 2).

Dans la zone affaissée comprise entre les deux branches de l'hyperbole, le rapprochement des deux branches donnera naissance à des plissements, donc à une chaîne de montagnes. *Cette chaîne, ce sera l'Apennin :* elle serait symétrique, avec des charriages en éventail, si les flexions étaient d'égale énergie; elle sera, en réalité, dissymétrique, avec charriages dirigés vers le Nord-Est, parce que la flexion est plus énergique dans la zone P que dans

la zone P'. Si, postérieurement à la formation de cette chaîne, les bandes de flexion y pénètrent, elles y détermineront des effondrements : ce seront les effondrements tyrrhéniens et toscans.

L'Apennin se termine au Nord par les plissements des collines de Turin, manifestant ainsi son indépendance vis-à-vis de l'arc alpin et sa nature différente. Au Sud, les faits sont moins clairs. On retrouve cependant la symétrie avec le Nord en admettant que l'Apennin, en tant qu'unité tectonique, se termine en Ombrie et dans le Latium. Le reste de la péninsule italienne, à partir des Abruzzes et des monts Lepini, serait attribué à l'arc calabro-sicilien; et l'Apennin se perdrait ainsi au Sud à l'intérieur de ce dernier arc, comme il se perd au Nord à l'intérieur de l'arc alpin.

Quant au *plissement en retour* des Alpes piémontaises (plis déversés vers l'Est), c'est, de toute évidence, un phénomène postérieur à la formation des grands charriages de l'arc alpin. On peut l'expliquer en imaginant que, par suite d'un déplacement des bandes de flexion, la partie méridionale des Alpes s'est trouvée, à un certain moment, comprise dans l'angle Sud-Est des deux bandes de flexion, alors qu'elle avait été d'abord comprise dans leur angle Nord-Ouest : d'où un changement de sens dans le déversement des plis, donnant à l'ensemble des Alpes franco-italiennes une allure en éventail.

La chaîne des Balkans est symétrique des Alpes de Transylvanie par rapport à la plaine roumaine; le plissement y est dirigé vers le Nord et le Nord-Est. Tout se passe comme si l'axe de la bande de Karpinsky (zone P de la figure) correspondait à la plaine roumaine. Si la symétrie par rapport à cet axe eût été parfaite, les Balkans se seraient raccordés, par un arc montagneux analogue à celui des Carpathes, aux charriages de Sicile et de Tunisie. Les causes énoncées plus haut, qui ont amené la naissance de l'Apennin, ont empêché ce raccordement. *Les Balkans sont*, à mes yeux, *l'amorce septentrionale d'un large arc montagneux symétrique des Carpathes, dont la partie méridionale, l'arc siculo-tunisien, a été déviée par l'Apennin vers le centre du système.*

Les Pyrénées sont symétriques des Balkans; mais leur cas est plus complexe. Elles montrent des poussées dirigées vers le Nord, et d'autres dirigées vers le Sud. Elles se raccordent nettement avec les Alpes par les charriages provençaux, tandis que le raccordement avec les Baléares, qu'exigerait la symétrie avec les Balkans, est à peine amorcé.

Il est naturel d'attribuer la formation des Pyrénées, dans ce qu'elles ont de symétrique avec les Balkans, à une cause analogue à celle qui a produit

ces derniers; c'est-à-dire de les considérer, en ce qui concerne les mouvements dirigés vers le Sud seulement, comme *l'amorce d'un large arc montagneux symétrique de l'arc de Gibraltar, dont la partie septentrionale a été déviée par l'Apennin vers le centre du système alpin pour former l'arc alpin lui-même.* Cette manière de voir implique que l'axe de la branche occidentale de l'hyperbole des flexions ait passé entre les Pyrénées et les Baléares à l'époque où se sont produits les charriages vers le Sud. Le fait que ces charriages sont limités en étendue conduit à penser que leur cause a eu une durée également limitée. Les charriages pyrénéens dirigés vers le Sud ont été interrompus dans leur développement par le déplacement de la bande de flexion qui était leur cause immédiate; et cette interruption s'est produite avant qu'ils se fussent raccordés aux charriages des Baléares. Les charriages du versant septentrional, dirigés vers le Nord, ont pris naissance à une époque où la bande de flexion passait au nord des Pyrénées : à ce moment-là, les Pyrénées et la chaîne provençale étaient une seule et même chaîne, où tous les plis se couchaient au Nord.

MÉTÉOROLOGIE. — *Hiver* 1917 : *Halos et arc-en-ciel.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. B. Baillaud.

L'hiver 1916-1917 fut tardif et très froid dans la région lyonnaise : on peut dire que l'automne eut une longueur anormale tandis que, au contraire, le printemps fut supprimé.

L'automne s'est prolongé, en quelque sorte, jusqu'au 15 janvier, décembre ayant été plutôt doux et la première quinzaine de janvier chaude. Sauf deux courtes périodes relativement douces (18-23 février et 10-14 mars), la température est restée constamment inférieure à la normale, du 15 janvier au 28 avril.

Le froid fut très rigoureux du 24 janvier au 11 février, et particulièrement du 30 janvier au 4 février : la moyenne diurne de ces six jours consécutifs est de $-10°,8$; le minimum absolu s'est produit le 4 février avec $-18°,4$ et, à notre station du Parc de la Tête d'Or (Lyon), on notait le même jour $-21°$.

Cet hiver exceptionnel, long et rigoureux, correspondait à un *maximum* des taches solaires; *la lune rousse* venait contredire à la croyance populaire; *les saints de glace*, les 11, 12 et 13 mai, se trouvaient être des journées particulièrement chaudes; plus généralement, l'été succédait sans transition

à l'hiver puisque le froid s'est prolongé jusqu'aux derniers jours d'avril et que la première quinzaine de mai se présente très chaude, avec une moyenne thermique qui atteint la moyenne normale du mois de juin.

Depuis l'origine des observations régulières à Saint-Genis-Laval (juillet 1880), le thermomètre accuse, *une seule fois*, une température inférieure à celle du 4 février 1917 : le 17 janvier 1893, avec — 19°,3; ce jour-là, on note — 25° au parc de la Tête d'Or.

Les hivers les plus froids depuis 1880 ont été :

	Minimum absolu.		
1890-1891......	—16,8	le 19 janvier	(hiver très long : novembre à avril)
1892-1893......	—19,3	le 17 »	(hiver court)
1904-1905......	—14,6	le 3 »	(hiver court)
1908-1909......	—14,0	le 1 »	(hiver de durée normale)

On voit que les hivers très froids ont jusqu'alors leur minimum dans la première ou la seconde décade de janvier. Les froids rigoureux de 1917 se sont produits relativement tard et l'on pouvait espérer que l'hiver serait court : il n'en fut rien.

Le carnet du temps de l'Observatoire de Lyon mentionne, par contre, pour l'hiver et le printemps, un très grand nombre d'observations de phénomènes optiques, arcs-en-ciel, halos, parhélies, etc., et nous croyons devoir appeler l'attention sur les deux observations des 29 mars et 29 avril (notation en temps moyen local).

1917 MARS 29. — *Saint-Genis-Laval.* — A 8^h, vent W modéré ; ciel uniformément couvert de nimbus; pellicule de neige sur le sol; visibilité des Alpes.

A $9^h,6$ une neige fine commence à tomber; les flocons grossissent de plus en plus et atteignent leur maximum entre $11^h,5$ et $11^h,8$; à $12^h,2$ la neige s'arrête, le vent a tourné SSE très faible. Des éclaircies apparaissent vers 15^h-16^h; fracto-cumulus et cirrus de WNW.

A 16^h, arc tangent circumzénithal. A $16^h\,30^m$ on observe le grand halo, le halo ordinaire, un parhélie; l'arc tangent est très brillant.

A 18^h, couvert; cirro-stratus, cumulus et alto-cumulus de WNW; vent S modéré : journée froide.

Mont Pilat. — Neige la nuit, $2^{mm},8$; givre ; nimbus, brume, brouillard sur la plaine; couvert avec légère brise de W; minimum —4°,0; neige fine à $11^h,30$ ($1^{mm},4$).

1917 AVRIL 29. — *Saint-Genis-Laval.* — A 8^h, beau, forte brume à E; dès 12^h, il semble s'annoncer un changement de temps, un ou deux cirrus vers E et quelques stratus à l'horizon SW; les cirro-stratus gagnent et sont assez étendus à 18^h, au moment où apparaissent quelques cumulus à W. Très belle journée, chaude, ensoleillée; un peu de brise toute la journée. Halo solaire à $15^h\,20^m$; Halo lunaire à $21^h\,40^m$.

Mont-Pilat. — Le même jour, un observateur de la Commission météorologique de la Loire, M. Tranchand, qui fait des observations excellentes et assez complètes sur le Mont-Pilat (altitude 1360^m), notait : temps chaud, 13°,8 à 12^h; cirrus venant de W; régime général de vent modéré, 3^m à 4^m, entre SE et S; brume sur la plaine. Alpes visibles.

Mais en outre, de 12^h à 14^h, M. Tranchand notait autour du Soleil une apparence fort exceptionnelle de halo présentant *toutes* les couleurs de l'arc-en-ciel. La mesure angulaire ne fut pas effectuée, malheureusement, par l'observateur et, *a posteriori*, d'après ses souvenirs, on peut établir que le cercle était beaucoup plus grand que celui du halo ordinaire (22°), moins grand cependant que celui du grand halo (46°).

S'agit-il du troisième arc-en-ciel, *direct*, pour des rayons faisant environ 41° avec la ligne de visée du Soleil? Noté quand l'observateur est au sommet du brouillard et non, à proprement parler, par temps de pluie : la chose est très probable sans être certaine.

Les arcs de troisième et de quatrième ordre, avec des gouttes placées entre le Soleil et l'observateur, supposent des conditions particulièrement rares pour que toute la lumière ne soit pas interceptée : on admet généralement que les colorations correspondantes sont faibles. Il serait à souhaiter que l'on fît une liste des observations de ces phénomènes exceptionnels, et les remarques de notre excellent collaborateur pourraient alors trouver leur place naturelle dans cette monographie.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *De l'utilisation du Marron d'Inde.* Note (¹) de M. A. Goris, présentée par M. Roux.

Au cours de recherches déjà lointaines sur la composition chimique du Marronnier d'Inde (*Esculus Hippocastanum* L.) nous avions été amené à envisager l'utilisation possible des différentes parties de cet arbre ([2]).

Dans cette Note nous laisserons de côté tout ce qui concerne l'emploi du bois ou de l'écorce pour ne retenir que l'importance du fruit comme ressource alimentaire. Nombreux sont les savants qui se sont occupés de cette

---

([1]) Séance du 27 août 1917.

([2]) A. Goris, *Sur la localisation de l'esculine et du tanin dans le Marronnier* (*Comptes rendus*, t. 136, 1903, p. 902); *Thèse de Doctorat ès Sciences*, Paris, 1903. — A. Goris et L. Crété, *Sur l'huile de marron d'Inde* (*Bull. Sc. pharmacol.*, t. 14, 1907, p. 68.

question [1] et qui n'ont pu donner une solution pratique à leurs recherches de laboratoire. Nous-même n'avions pas cru devoir publier nos résultats parce que l'enquête économique à laquelle nous nous étions livré avec M. Ch. Lacourte nous avait conduit à conclure que l'emploi du marron d'Inde ne pouvait être rémunérateur à cause des frais de main-d'œuvre et de transport.

Si cette Note n'a pas le mérite d'une grande nouveauté, elle a du moins celui de l'actualité; nous ne serions pas revenu sur des faits que nous n'avions pas cru devoir publier il y a quinze ans, si la question de l'emploi du marron d'Inde ne se posait à nouveau comme il y a quelque cent ans (Parmentier, 1771).

Le marron d'Inde est une graine entourée d'un tégument de couleur spéciale bien connue et composée uniquement de deux cotylédons intimement soudés et d'une radicule logée dans une dépression de la graine. Il n'y a pas d'albumen.

Le tégument renferme de l'esculine et un tanin particulier : l'acide esculitannique. Il n'a aucune valeur économique. Par contre, il est gênant pour un traitement éventuel de la graine. A l'état frais, il s'enlève assez facilement, mais dans la graine séchée il est très adhérent à la masse cotylédonaire; il rend le broyage assez difficultueux et ses débris se trouvent mêlés à la farine.

La partie cotylédonaire sèche renferme :

Matières grasses..................	2 à 3 pour 100
Matières azotées..................	6 à 7 »
Amidon........................	20 à 30 »

avec substances amères du groupe des saponines et substance colorante.

On n'y trouve, contrairement à l'opinion de certains auteurs : ni esculine, ni tanin; ceux-ci appartiennent exclusivement au tégument.

L'huile ne présente pas un bien grand intérêt. La proportion en est trop faible pour légitimer une extraction industrielle; d'ailleurs elle est difficile à extraire du marron frais. Elle forme en effet, grâce à la saponine, une émulsion si tenace que les solvants ordinaires des matières grasses n'arrivent pas à la dissoudre.

---

(1) Bon (1720), Marcandier (1757), Parmentier (1771), Baumé (pluviose an V), Juge de Saint-Martin (1822), Vergnault-Romagnési (1826), Pottier (1836), Mottet (1837), Couverchel (1846), Salesse (1845), Chevalier (1848), Flandin (1849), Calmus (1850), Lepage (1856), de Callias (1857), Ad. Thibierge et Remilly (1857).

Les saponines ne peuvent avoir un intérêt industriel que comme substance aphrogène. On peut les isoler au besoin du marron *frais*. Pendant la dessiccation ou la fermentation ces substances s'altèrent considérablement sans disparaître tout à fait; le traitement par les solvants devient alors possible.

A un autre point de vue, ces saponines ont une action physiologique intense qui donne aux préparations médicamenteuses du marron d'Inde leur action spécifique dans les états congestifs du système veineux (hémorroïdes, varices, phlébites, pousse du cheval). Ces propriétés pharmaceutiques, comme leur amertume, s'opposent surtout à l'utilisation du marron d'Inde.

L'emploi de la pulpe ou de la farine est donc impossible sans un traitement préalable destiné à enlever ces substances. On a préconisé pour cela divers traitements : l'épuisement à l'alcool (*Baumé*), les lavages à l'eau simple (*Parmentier*, *Baumé*), alcaline (*Pottier*, *Flandin*), acide (*Vergnaud-Romagnési*).

Sans entrer dans le détail de toutes les expériences faites à ce sujet, nous pouvons dire que nos essais personnels nous ont fait donner la préférence aux lavages à l'eau acide. Nous avions employé l'eau chlorhydrique au $\frac{1}{1000}$, mais il est évident qu'un autre acide pourrait remplir le même but.

Le traitement est plus rapide que le traitement à l'eau pure, moins coûteux que l'emploi de l'alcool. Il donne une farine plus blanche que les lavages à l'eau alcaline. On peut de cette façon obtenir au laboratoire 20 à 25 pour 100 d'une belle farine blanche sans goût, ni odeur. Les grains d'amidon sont irréguliers : les uns petits, arrondis ou ovoïdes; d'autres volumineux, piriformes ou elliptiques, à hile linéaire ou étoilé fortement visible et placé dans la partie la plus large du grain. Stries peu visibles.

On peut s'assurer que les saponines sont enlevées des eaux de lavages en recherchant soit leurs propriétés biologiques (hémolyse des globules rouges), soit leurs propriétés physiologiques (action stupéfiante sur les poissons).

Cette farine pourrait être utilisée à la préparation de l'alcool et même pour l'alimentation. Il existe au Musée de l'École de Pharmacie des pâtes alimentaires préparées avec cette farine. D'ailleurs il y eut autrefois, aux environs de Paris, des féculeries installées pour le traitement du marron d'Inde (De Callias). Elles ne purent réussir pour les raisons économiques que nous avons indiquées plus haut.

Le résidu de l'extraction de l'amidon, le tourteau, après traitement, est également dépourvu d'amertume; il pourrait très vraisemblablement encore servir de nourriture pour le bétail.

M. **Sidney A. Reeve** adresse une Note en langue anglaise intitulée : *La valeur absolue de l'entropie.*

M. **F. Hesselgren** adresse un Mémoire sur la gamme musicale instrumentale. (Renvoyé à l'examen de M. Saint-Saëns.)

La séance est levée à 15 heures trois quarts.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 SEPTEMBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'hétérogénéité des aciers.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **E.-L. Dupuy.**

Dans une étude antérieure (1), l'un de nous, en collaboration avec M. Lemoine, a précisé les conditions d'emploi du réactif de M. Stead pour caractériser l'hétérogénéité des aciers phosphoreux. En modifiant la composition de ce réactif, il a été possible d'en augmenter encore la sensibilité et de déceler l'hétérogénéité des aciers non phosphoreux. Voici la composition du nouveau réactif :

Alcool éthylique à 95°	100^{cm^3}
Eau	10^{cm^3}
Chlorure de cuivre cristallisé	1^g
Acide picrique	$0^g,5$
Acide chlorhydrique concentré	$1^{cm^3},5$ à $2^{cm^3},5$

Les proportions de chlorure de cuivre et d'acide picrique peuvent varier de moitié au double sans modification notable des résultats. Les proportions indiquées d'alcool et d'eau doivent au contraire être soigneusement observées. Le mélange indiqué correspond à l'alcool à 87°,5 renfermant en poids 82,5 pour 100 d'alcool absolu. Mais c'est la teneur exacte en acide chlorhydrique dont dépend avant tout la perfection d'action du réactif; elle doit, dans chaque cas particulier, être fixée par tâtonnement. On prépare séparément deux dissolutions renfermant l'une 1^{cm^3} d'acide chlorhydrique et l'autre 3^{cm^3}. On les mélange en proportions variables et l'on essaie leur action

(1) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 373.

pendant une durée variant de 10 secondes à 1 minute. Plus la température est élevée, moins l'action a besoin d'être prolongée.

La solution à 1^{cm^3} d'acide chlorhydrique ne donne presque pas de dépôt de cuivre; celle au contraire à 3^{cm^3} donne un dépôt uniforme sur tout l'échantillon. En partant de la solution la moins acide et la mêlant avec des proportions croissantes de solution plus acide, on voit se former localement un dépôt cuivreux brun, non métallique et mat, dont la nature n'a pu être déterminée (oxyde, oxychlorure ou hydrure). Pour une certaine concentration, on observe le maximum d'opposition entre ces plages brunes et les parties du métal non attaquées, qui ont conservé tout leur poli. On peut s'arrêter à cette composition du réactif, très satisfaisante si l'on se contente de l'examen direct de l'échantillon.

Pour la photographie, il est préférable d'opérer un peu différemment et d'augmenter encore la proportion d'acide. On voit alors le dépôt brun faire place à un dépôt brillant de cuivre métallique, qui est moins facile à distinguer des régions également brillantes où le fer n'a pas été recouvert. La proportion d'acide continuant à croître, le dépôt de cuivre s'étend peu à peu sur tout l'échantillon. On s'arrête à la composition du réactif pour laquelle l'hétérogénéité du dépôt commence à devenir difficile à distinguer. On porte alors l'échantillon dans une solution saturée de bicarbonate de soude (10 pour 100) et l'on fait passer pendant quelques secondes un courant de $0^{amp},1$ par centimètre carré de l'échantillon, celui-ci étant placé à l'anode. Le cuivre est alors oxydé et devient noir mat dans les parties où son dépôt est le plus épais; il est au contraire redissous en laissant réapparaître la surface brillante du fer, là où l'épaisseur du dépôt est moindre. Cette seconde opération allonge l'expérience, mais elle donne des oppositions beaucoup plus nettes qu'avec la liqueur d'attaque moins acide.

Avec ce réactif, tous les aciers accusent une hétérogénéité très nette, même pour des teneurs en phosphore inférieures à 0,015 pour 100, ce qui correspond à une pureté supérieure à celle des meilleurs aciers industriels (outils, canons, etc.) (*fig.* 1).

Ce réactif donne des structures macroscopiques beaucoup plus nettes que l'acide sulfurique ou l'iode habituellement employés. La figure 2 représente en vraie grandeur le culot d'un embouti pour tube sans soudure. L'emploi de ce réactif a cependant l'inconvénient d'exiger un polissage préalable de la surface, opération toujours très longue; pour l'attaque à l'acide, au contraire, on peut se contenter d'un simple doucissage.

Les attaques sont plus nettes sur les métaux trempés, puis revenus

vers 300°, que sur les métaux totalement recuits, ou totalement trempés. Les traitements thermiques ne modifient cependant ni la forme, ni les dimensions des zones qui prennent le dépôt de cuivre. La structure reste dans tous les cas la même avant et après le traitement thermique. Les recherches faites pour préciser la nature des impuretés, dont l'inégale répartition provoque l'hétérogénéité accusée par ce réactif, n'ont abouti à aucun résultat certain. Les additions de silicium ou de manganèse n'ont pas accentué cette hétérogénéité, comme le font les additions de phosphore.

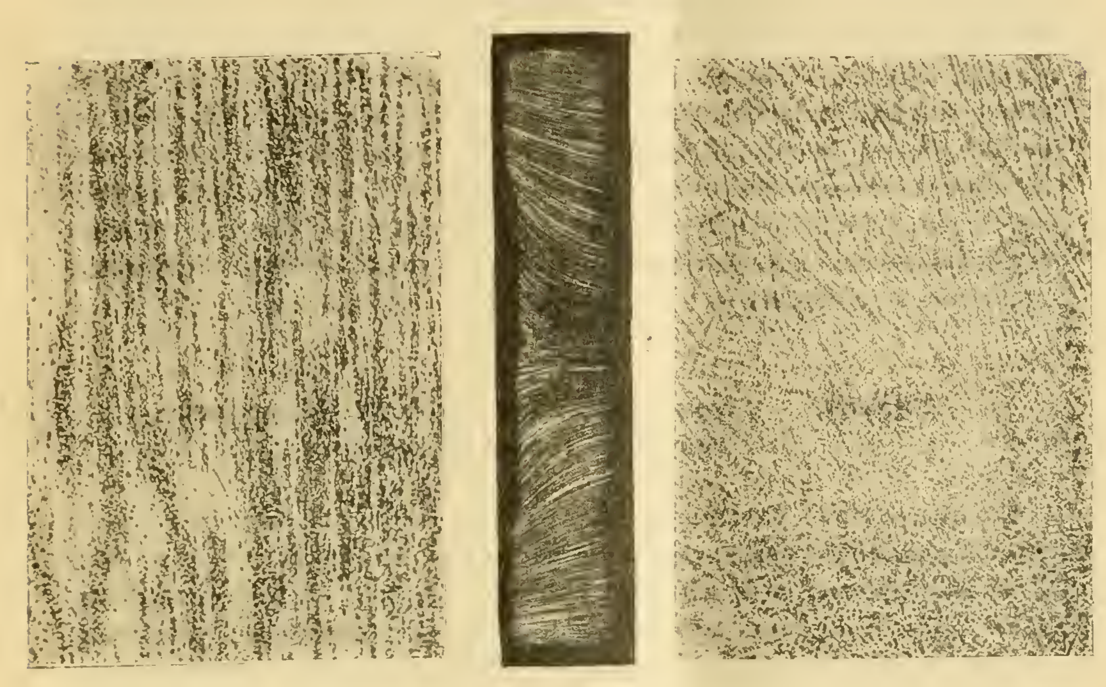


Fig. 1. — Acier non phosphoreux laminé. Gr. 10. Fig. 2. — Embouti. Gr. 1. Fig. 3. — Culot fondu à 0,4 de carbone. Gr. 10.

On ne peut pas non plus attribuer cette hétérogénéité à l'inégale répartition du carbone. Dans les aciers peu phosphoreux, la régularité de la perlite est absolue, cela suffit pour établir l'uniformité de répartition du carbone. Le dépôt de cuivre se fait aussi bien sur la perlite que sur la ferrite. Il y a cependant des irrégularités d'un point à l'autre des échantillons et plus encore d'un échantillon à l'autre. Ici le dépôt sera plus abondant sur la perlite que sur la ferrite. La largeur des bandes sombres ou brillantes dépasse d'ailleurs de beaucoup les dimensions habituelles des grains de perlite.

La seule conclusion nette de nos expériences est que les zones parallèles observées sur les aciers laminés proviennent de l'allongement de zones hétérogènes formées au moment de la solidification première du métal fondu. La figure 3 donne la coupe d'un petit lingot de 1^{kg} prélevé au moment de l'arrêt d'une coulée d'acier Martin à 0,4 pour 100 de carbone. Les parties noires cuivrées correspondent aux arêtes de solidification des cristallites, les parties blanches correspondent à la fin de la solidification, c'est-à-dire aux régions où la ségrégation accumule la plus forte proportion d'impuretés. Les zones blanches prennent généralement une importance plus grande autour des soufflures, ce qui ferait penser à une certaine intervention des gaz dissous. Dans les gros lingots d'aciérie, qui pèsent 10000 fois autant que les petits lingots d'épreuve dont la photographie est donnée ici, les dimensions des zones cuivrées et non cuivrées doivent être infiniment plus grandes, ce qui leur permet de conserver, après laminage, des largeurs comprises entre $0^{mm},1$ et 1^{mm}. Aussi, pour l'examen de l'hétérogénéité des aciers industriels, ne doit-on pas employer de grossissements supérieurs à 10 diamètres.

GÉOLOGIE. — *A propos des Notes posthumes d'Albert Cochain.* Note de M. Pierre Termier.

Les quatre Notes posthumes (1) que j'ai pu extraire de la liasse de Notes géologiques laissée par le regretté Albert Cochain sont le développement d'une idée originale et ingénieuse, l'idée de séparer, dans l'*écorce terrestre*, deux zones de cohésion très différente : une zone supérieure, dite *écorce passive*, et une zone profonde, dite *écorce résistante*. Nous n'avons aucun moyen direct de savoir si cette idée est juste; et nous ne pouvons essayer de la juger que par la conformité de ses conséquences avec les faits observés.

Cochain en a tiré une explication très satisfaisante des *fossés d'effondrement;* des diverses particularités que l'on observe, le plus souvent, le long de ces fossés ou dans leur intérieur; de la liaison manifeste entre les fossés et les volcans; de quelques-uns des phénomènes qui accompagnent le volcanisme. Dans ses deux premières Notes, tout me semble digne d'être retenu, ou presque tout.

---

(1) Albert Cochain, *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 29, 155, 240 et 340.

Il a voulu aller plus loin, et les deux autres Notes ne visent rien moins que l'édification d'une théorie orogénique. Ayant longuement considéré le dessin des plissements alpins, il a remarqué, ce dont personne ne s'était avisé jusqu'ici, que ce dessin possède un centre de symétrie approché, centre qui est situé vers le milieu de l'Apennin. Une telle symétrie ne peut pas être l'effet du hasard. Pour l'expliquer, Cochain fait appel à l'hypothèse de deux *bandes de flexion*, sensiblement rectangulaires, affectant l'écorce résistante. Cela suffit pour que, dans l'écorce passive, des arcs plissés se produisent, et pour que, le long de ces arcs, des *charriages*, c'est-à-dire des déplacements relatifs de l'écorce passive et de l'écorce résistante, prennent naissance, charriages dirigés vers l'extérieur. Si tout, dans les deux bandes de flexion, avait été rigoureusement symétrique, le dessin des Alpes eût ressemblé à un trèfle à quatre feuilles, ayant pour axes de symétrie les axes des deux bandes. Mais l'inégalité de ces bandes; le fait que, le long de chacune d'elles, la flexion, ou, si l'on veut l'intumescence, se propage, au lieu d'être instantanée et simultanée; enfin le défaut de synchronisme dans la propagation des deux intumescences, ont eu nécessairement pour conséquences les défauts de symétrie observés et quelques-unes des particularités tectoniques actuellement connues dans le système alpin. La concordance entre la théorie et une partie des faits est vraiment impressionnante.

Je dis *une partie des faits*. Mais il est tout un côté de la tectonique alpine que la théorie de Cochain laisse dans l'ombre. Cette théorie ne rend pas compte de l'extraordinaire ampleur des phénomènes de charriage. Elle ne nous apprend pas pourquoi le déplacement horizontal a pu atteindre, dans certaines régions, l'énorme grandeur qu'on lui connaît aujourd'hui et qui s'exprime en centaines de kilomètres. Elle est donc, somme toute, insuffisante et demande à être complétée. Je ne crois pas que de simples flexions, de simples intumescences de l'écorce résistante suffisent à produire des chaînes de montagnes, telles que les Alpes, l'Apennin, l'Atlas, l'Himalaya. Si nous pouvions descendre jusqu'à l'écorce résistante, nous verrions sans doute, sous ces chaînes et dans cette écorce résistante, les déversements et les charriages se dessiner, moins amples et moins compliqués que dans l'écorce passive, mais *analogues* à ceux que nous observons au voisinage de la surface actuelle.

De la tentative de théorie orogénique ébauchée par Cochain, je garderai l'idée de faire se rencontrer, sous la région méditerranéenne, et sensiblement sous l'Apennin, deux vagues soulevant les zones profondes de l'écorce : l'une, la vague *alpine*, dirigée à peu près Est-Ouest et *couchée* vers

le Nord ; l'autre, de direction à peu près perpendiculaire, et qui serait la réplique, en Europe, de la vague *andine* dont l'empreinte, sur le continent américain, est si marquée. Cette deuxième vague serait *couchée*, elle aussi.

Nul, mieux qu'Albert Cochain, n'eût été capable de compléter, ainsi ou autrement, sa théorie et de la rendre adéquate à l'explication de tous les phénomènes alpins. En perdant si prématurément un esprit d'une telle ouverture, une intelligence d'une telle vivacité, la science géologique a beaucoup perdu ; et quand je songe à tout ce qu'aurait pu produire un savant qui débutait de la sorte, j'ai l'impression désolante d'une diminution de lumière, d'un recul dans l'ignorance et dans la nuit.

CORRESPONDANCE.

M. le **Président du Comité d'organisation du premier Congrès général du Génie civil national et interallié** adresse le programme de ce congrès.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

L'essor des industries chimiques en France. Ressources et avenir de ces industries. Industries chimiques étrangères, par Eugène Grandmougin.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes orthogonaux.* Note [1] de M. H. Duport.

J'exposerai dans cette Note une méthode nouvelle pour la recherche des systèmes orthogonaux. Elle consiste à traiter ce problème comme une application du cas d'intégration des équations de Laplace. Je donnerai trois exemples.

1. Considérons le système réversible de Darboux [2]. On sait que, si l'on désigne par l, m, n les variables d'Olindes Rodrigues, ce système se ramène,

---

[1] Séance du 3 septembre 1917.

[2] *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 287, 325, 367, 399.

par un choix convenable des paramètres c, c', c'' des surfaces orthogonales, aux équations

$$l = c'c'', \qquad m = c''c, \qquad n = cc'.$$

Si l'on désigne par u', u'', v, v'', w, w' les composantes des rotations, on a

$$u' = \frac{2}{h}c''(1-c^2), \qquad v = \frac{2}{h}c''(1+c'^2), \qquad w = \frac{2}{h}c'(1-c''^2),$$

$$u'' = \frac{2}{h}c'(1+c^2), \qquad v'' = \frac{2}{h}c(1-c''^2), \qquad w' = \frac{2}{h}c(1+c''^2)$$

$$(h = 1 + c'^2c''^2 + c''^2c^2 + c^2c'^2).$$

Je me sers ensuite des équations

$$\frac{dp}{dc'} = \quad p'w', \qquad \frac{dp}{dc''} = -p''v'',$$

$$\frac{dp'}{dc} = -p'w, \qquad \frac{dp'}{dc''} = \quad p''u'',$$

$$\frac{dp''}{dc} = \quad pw, \qquad \frac{dp''}{dc'} = -p'u'.$$

J'en tire

$$p' = \frac{1}{w'}\frac{dp}{dc'}, \qquad p'' = -\frac{1}{v''}\frac{dp}{dc''},$$

et p satisfait aux trois équations de Laplace

$$\frac{d^2p}{dc\,dc'} - \frac{dp}{dc'}\frac{d\,\mathrm{lg}\,w'}{dc} + pww' = 0,$$

$$\frac{d^2p}{dc\,dc''} - \frac{dp}{dc''}\frac{d\,\mathrm{lg}\,v''}{dc} + pvv'' = 0.$$

$$\frac{d^2p}{dc'\,dc''} - \frac{dp}{dc'}\frac{d\,\mathrm{lg}\,w'}{dc''} - \frac{dp}{dc''}\frac{d\,\mathrm{lg}\,v''}{dc'} = 0.$$

Les équations s'intègrent et l'on en tire

$$p = \frac{c}{h}\left[\quad(1-c'^2)\,\Phi(c'') - (1+c''^2)\,\Psi(c') + (c'^2+c''^2)\,\mathrm{F}(c)\right] - \frac{1}{2}\frac{d\mathrm{F}}{dc},$$

$$p' = \frac{c'}{h}\left[-(1+c^2)\,\Phi(c'') + (c''^2+c^2)\,\Psi(c') + (1-c''^2)\,\mathrm{F}(c)\right] - \frac{1}{2}\frac{d\Psi}{dc'},$$

$$p'' = \frac{c''}{h}\left[\quad(c'^2+c^2)\,\Phi(c'') + (1-c^2)\,\Psi(c') - (1+c'^2)\,\mathrm{F}(c)\right] - \frac{1}{2}\frac{d\Phi}{dc''}.$$

Ces formules se permutent par le changement de $\mathrm{F}(c)$ en $\Psi(c')$, puis en $\Phi(c'')$, qui sont trois fonctions arbitraires. On a ensuite sans peine x, y, z.

II. Darboux a donné, dans son Traité sur la Théorie des surfaces, une méthode très curieuse de recherche des systèmes orthogonaux. On a les équations

$$\frac{\partial^2 x}{\partial c\,\partial c'} = \frac{\partial H}{\partial c'}\frac{1}{H}\frac{\partial x}{\partial c} + \frac{\partial H'}{\partial c}\frac{1}{H'}\frac{\partial x}{\partial c'},$$
$$\frac{\partial^2 x}{\partial c'\,\partial c''} = \frac{\partial H'}{\partial c''}\frac{1}{H'}\frac{\partial x}{\partial c'} + \frac{\partial H''}{\partial c'}\frac{1}{H''}\frac{\partial x}{\partial c''},$$
$$\frac{\partial^2 x}{\partial c''\,\partial c} = \frac{\partial H''}{\partial c}\frac{1}{H''}\frac{\partial x}{\partial c''} + \frac{\partial H}{\partial c''}\frac{1}{H}\frac{\partial x}{\partial c},$$

auxquelles satisfont aussi y, z, $x^2+y^2+z^2$; et ces conditions sont suffisantes pour que le système soit orthogonal; H, H', H'' sont les fonctions de Lamé.

Admettons que, pour chacune de ces équations de Laplace, les deux invariants soient nuls. On trouve qu'elles sont satisfaites en posant

$$x = \frac{L_1(c) + M_1(c') + N_1(c'')}{P(c) + Q(c') + R(c'')},$$
$$y = \frac{L_2(c) + M_2(c') + N_2(c'')}{P(c) + Q(c') + R(c'')},$$
$$z = \frac{L_3(c) + M_3(c') + N_3(c'')}{P(c) + Q(c') + R(c'')},$$
$$x^2+y^2+z^2 = \frac{L(c) + M(c') + N(c'')}{P(c) + Q(c') + R(c'')};$$

on a

$$L_1 = \alpha_1 L + \beta_1 P, \qquad L_2 = \alpha_2 L + \beta_2 P, \qquad L_3 = \alpha_3 L + \beta_3 P,$$
$$N_2 = h N_1, \qquad N_3 = k N_1, \qquad L_1^2 + L_2^2 + L_3^2 = LP,$$
$$M_1^2 + M_2^2 + M_3^2 = 4(\alpha_1 M_1 + \alpha_2 M_2 + \alpha_3 M_3)(\beta_1 M_1 + \beta_2 M_2 + \beta_3 M_3),$$

les quantités α_1, α_2, α_3; β_1, β_2, β_3; h, k étant des constantes liées par les relations

$$1 = 2(\alpha_1 + \alpha_2 h + \alpha_3 k)\beta_1 + 2(\beta_1 + \beta_2 h + \beta_3 k)\alpha_1,$$
$$h = 2(\alpha_1 + \alpha_2 h + \alpha_3 k)\beta_2 + 2(\beta_1 + \beta_2 h + \beta_3 k)\alpha_2,$$
$$k = 2(\alpha_1 + \alpha_2 h + \alpha_3 k)\beta_3 + 2(\beta_1 + \beta_2 h + \beta_3 k)\alpha_3.$$

III. Dans son remarquable Traité sur les systèmes orthogonaux, Darboux a exposé une méthode toute nouvelle, qui ramène la recherche des systèmes orthogonaux à l'intégration des équations

$$\frac{du}{d\rho} = -\cot\mu\frac{dv}{d\rho}, \qquad \frac{du}{d\rho_1} = \operatorname{tang}\mu\frac{dv}{d\rho_1}, \qquad \frac{du}{d\rho_2} = v\frac{d\mu}{d\rho_2} \quad \text{(n° 228, p. 417);}$$

on en tire, en particulier,

$$\frac{d^2 u}{d\rho\, d\rho_1} + \operatorname{tang}\mu \frac{d\mu}{d\rho_1}\frac{du}{d\rho} - \cot\mu \frac{d\mu}{d\rho}\frac{du}{d\rho_1} = 0,$$

$$\frac{d^3 \mu}{d\rho\, d\rho_1\, d\rho_2} - \cot\mu \frac{d\mu}{d\rho}\frac{d^2\mu}{d\rho_1\, d\rho_2} + \operatorname{tang}\mu \frac{d\mu}{d\rho_1}\frac{d^2\mu}{d\rho\, d\rho_2} = 0;$$

en convenant que l'un des invariants de la première de ces équations est nul, on a la condition

$$\frac{d^2\mu}{d\rho\, \partial\rho_1} + \operatorname{tang}\mu \frac{du}{d\rho}\frac{d\mu}{d\rho_1} = 0,$$

qui permet de satisfaire à la troisième par la formule

$$\operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{K} - \frac{\mu}{2}\right) = K(\rho_1)\, L(\rho, \rho_2),$$

K et L étant arbitraires.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les ombilics de la surface piriforme.* Note de M. Pierre Humbert, présentée par M. P. Appell.

Les coordonnées de la figure piriforme d'équilibre d'une masse fluide en rotation prennent une forme assez simple, quand on introduit la représentation paramétrique de l'ellipsoïde de Jacobi critique au moyen des fonctions elliptiques.

Si nous désignons par $\sigma_{\alpha 0} u$ la fonction $\sqrt{pu - e_\alpha}$, les coordonnées cartésiennes d'un point (u, v) du jacobien seront

$$x = \frac{A}{\sqrt{(B^2 - A^2)(C^2 - A^2)}} \sigma_{10} u\, \sigma_{10} v,$$

$$y = \frac{B}{\sqrt{(A^2 - B^2)(C^2 - B^2)}} \sigma_{20} u\, \sigma_{20} v,$$

$$z = \frac{C}{\sqrt{(A^2 - C^2)(B^2 - C^2)}} \sigma_{30} u\, \sigma_{30} v,$$

et les coordonnées du point *correspondant* du piroïde [c'est-à-dire du point situé sur la normale au point (u, v) du jacobien] seront

$$(1) \quad \begin{cases} X = x + \varepsilon \dfrac{x}{A^2} H(u, v), \\ Y = y + \varepsilon \dfrac{y}{B^2} H(u, v), \\ Z = z + \varepsilon \dfrac{z}{C^2} H(u, v) \end{cases}$$

avec

$$\mathrm{H}(u, v) = \varsigma_{30} u\, \varsigma_{30} v \frac{(\varsigma_{30}^2 u - \alpha)(\varsigma_{30}^2 v - \alpha)}{(\varsigma_{30}^2 u - \mathrm{C}^2)(\varsigma_{30}^2 v - \mathrm{C}^2)}.$$

Dans ces formules, α est une constante dépendant de l'ellipsoïde de référence, et ε est une constante arbitraire ([1]).

Cette forme nous conduit tout de suite à un résultat intéressant : si l'on calcule les dérivées partielles du premier ordre de X, Y, Z, en se souvenant que

$$\frac{d}{du} \varsigma_{30} u = - \varsigma_{10} u\, \varsigma_{20} u,$$

on voit que ces six dérivées se composent de termes contenant tous un facteur soit $\varsigma_{20} u$, soit $\varsigma_{20} v$. Elles s'annulent donc toutes aux points $\varsigma_{20} u = \varsigma_{20} v = 0$, qui sont, dès lors, des ombilics du piroïde. Or les points du jacobien critique définis par $\varsigma_{20} u = \varsigma_{20} v = 0$ sont justement les ombilics de cet ellipsoïde, et nous pouvons énoncer le théorème suivant :

Les points correspondant aux ombilics du jacobien critique sont des ombilics pour le piroïde.

Considérons à présent une autre des figures d'équilibre de Poincaré, d'ordre supérieur; ses coordonnées seront encore données par les formules (1), où l'on fera, si la figure est d'ordre $2p$,

$$\mathrm{H}(u, v) = \frac{(\varsigma_{30}^2 u - \alpha_1)\ldots(\varsigma_{30}^2 u - \alpha_p)(\varsigma_{30}^2 v - \alpha_1)\ldots(\varsigma_{30}^2 v - \alpha_p)}{(\varsigma_{30}^2 u - \mathrm{C}^2)(\varsigma_{30}^2 v - \mathrm{C}^2)},$$

et si elle est d'ordre $2p + 1$,

$$\mathrm{H}(u, v) = \varsigma_{30} u\, \varsigma_{30} v \frac{(\varsigma_{30}^2 u - \alpha_1)\ldots(\varsigma_{30}^2 u - \alpha_p)(\varsigma_{30}^2 v - \alpha_1)\ldots(\varsigma_{30}^2 v - \alpha_p)}{(\varsigma_{30}^2 u - \mathrm{C}^2)(\varsigma_{30}^2 v - \mathrm{C}^2)}.$$

Les six dérivées partielles du premier ordre s'annulent encore pour $\varsigma_{20} u = \varsigma_{20} v = 0$, et le théorème énoncé ci-dessus s'applique non seulement à la figure piriforme, mais à toute figure d'équilibre voisine des ellipsoïdes de Jacobi.

---

(1) Les résultats qu'établit cette Note ne supposent pas que la constante ε soit petite, comme l'exige la théorie statique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la notion de voisinage dans les ensembles abstraits.* Note de M. MAURICE FRÉCHET, présentée par M. Hadamard.

Dans une Communication au Congrès international des mathématiciens à Rome, M. F. Riesz avait généralisé la conception des classes ($\mathfrak{L}$) que j'avais présentée dans ma Thèse (Paris, 1906). Alors que celle-ci était basée sur la notion des suites convergentes, M. F. Riesz s'appuyait sur la notion d'élément-limite. Il supposait que dans ses classes, que nous appellerons classes ($\mathcal{R}$), une détermination quelconque des éléments-limites de chaque ensemble était donnée, satisfaisant seulement à quatre conditions très simples.

Cherchant à dégager de la notion de voisinage ce qu'elle a de véritablement essentiel, je l'ai employée dans ma Thèse dans un sens très général, que j'ai encore élargie dans une Note récente des *Transactions of the American Math. Soc.* (1917). Je propose maintenant la définition suivante qui englobe les deux définitions que j'avais ainsi successivement adoptés et qui fournit aussi la définition d'une classe plus générale que les classes de F. Riesz.

Nous dirons qu'une classe d'éléments est une classe ($\mathcal{V}$) (¹) si dans une telle classe les éléments-limites de chaque ensemble sont définis de la façon suivante :

A tout élément A de la classe est attachée une famille *arbitraire* d'ensembles V_A appelés *voisinages* de A.

Un élément A *sera dit élément-limite d'un ensemble* E, *si cet ensemble contient des éléments aussi voisins de* A *que l'on veut*, c'est-à-dire a un élément (autre que A), au moins, en commun avec tout voisinage de A.

On voit facilement que toute classe de F. Riesz [et par suite toute classe ($\mathfrak{L}$)] est une classe ($\mathcal{V}$). Mais pour que la définition des éléments-limites des ensembles tirés d'une classe permette de considérer celle-ci comme une classe ($\mathcal{V}$), il n'est pas nécessaire que les quatre conditions de F. Riesz soient vérifiées. Les deux suivantes sont seules nécessaires et suffisantes :

1° Tout élément-limite d'une partie d'un ensemble E est élément-limite de l'ensemble total E.

2° Le fait, pour un élément A, d'être élément-limite d'un ensemble E, ne dépend que des éléments de E autres que A. La première est la première

(¹) Cette notation s'étend donc à des classes plus générales que dans mes deux Mémoires ci-dessus mentionnés.

condition de F. Riesz; la deuxième est une conséquence des trois premières conditions de F. Riesz, qui ne leur est pas équivalente.

Pour qu'une classe ($\mathcal{V}$) soit une classe de F. Riesz, il faut et il suffit que l'arbitraire dans le choix des familles de voisinages soit soumis aux trois conditions suivantes (que nous énoncerons en supposant, ce qu'on peut toujours faire, que les voisinages de A ont été débarrassés de A lui-même):

a. L'ensemble commun à deux voisinages de A contient entièrement un voisinage de A.

b. Il n'y a aucun élément qui soit commun à *tous* les voisinages de A.

c. Quels que soient les éléments distincts A, B, l'un au moins des voisinages de A ne comprend entièrement aucun des voisinages de B et inversement.

Dans un grand nombre de questions intervient cette cinquième hypothèse indépendante des quatre conditions de F. Riesz :

Tout ensemble dérivé est fermé.

Alors :

d. La condition nécessaire et suffisante pour qu'elle soit vérifiée dans une classe ($\mathcal{V}$) est que, pour tout élément A et tout voisinage V_A de A, il existe un voisinage $V_A^{(0)}$ de A dont tout élément B possède au moins un voisinage $V_B^{(0)}$ appartenant entièrement à V_A.

On voit que la notion de voisinage épurée de ses éléments étrangers donne lieu à une définition constructive des éléments-limites qui me semble plus intuitive et qui est en tout cas plus générale que les définitions descriptives des classes ($\mathcal{R}$) ou ($\mathcal{L}$).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la sensibilité de la méthode générale d'extraction des alcaloïdes dans l'eau.* Note (¹) de M. L. Launoy, présentée par M. Roux.

L'extraction d'un alcaloïde en solution dans l'eau est une opération simple. Le procédé général consiste à alcaliniser franchement le liquide suspect, puis à extraire, par un solvant neutre approprié, l'alcaloïde-base précipité. C'est la manipulation finale de la méthode de Stas.

Du point de vue spécial de la mise en évidence d'un alcaloïde en solution dans une grande quantité d'eau, aucune donnée numérique n'a été donnée

---

(¹) Séance du 3 septembre 1917.

sur la sensibilité de la méthode générale. Cette connaissance est cependant d'un grand intérêt pratique dans les circonstances actuelles.

Les expériences poursuivies par moi-même dans ce but, démontrent l'extrême sensibilité de cette méthode.

Les expériences étaient faites sur 200^{cm^3} d'eau. Après alcalinisation par $0^g,50$ de carbonate de sodium desséché, on épuisait en deux fois par 10^{cm^3}, puis 5^{cm^3} de chloroforme pur.

L'extrait chloroformique obtenu par évaporation au bain-marie était repris par 1^{cm^3} d'acide sulfurique au dixième. La solution sulfurique était distribuée par parties égales dans trois verres de montre : *a*, *b*, *c*.

Dans *a*, on faisait tomber une goutte de réactif de Bouchardat ; dans *b*, une goutte de réactif de Tanret ; dans *c*, une goutte de réactif de Sonnenschein.

Un précipité immédiat ou un louche qui se résout par une légère agitation en un précipité granuleux ou caillebotté (pour les réactions obtenues avec les liquides de Bouchardat et de Tanret), un fin précipité amorphe (pour le réactif de Sonnenschein) indiquent la présence d'un alcaloïde.

Si l'extraction a été faite soigneusement, la sensibilité de la méthode est telle qu'il suffit, en supposant que l'extraction de l'alcaloïde ait été totale, de la présence de $0^g,0003$ à $0^g,0004$ d'alcaloïde dans chaque verre de montre pour que les réactifs précipitants employés donnent un précipité net indiscutable.

En d'autres termes, il suffit que les 200^{cm^3} d'eau suspecte épuisée par le chloroforme contiennent $0^g,0001$ d'alcaloïde en solution pour que la preuve de la présence d'un alcaloïde soit apportée.

Dans ces conditions nous pouvons dire que la sensibilité d'extraction est de $\frac{1}{2\,000\,000}$ (deux-millionièmes); celle des réactifs précipitants ci-dessus étant environ trois fois supérieure.

La sensibilité de $\frac{1}{2\,000\,000}$ n'est pas la sensibilité limite.

Nous avons obtenu des réactions positives vertes avec une eau renfermant $0^g,00025$ d'aconitine pour 1000 : soit 1^g pour 4000^l d'eau, soit une sensibilité de $\frac{1}{4\,000\,000}$.

Ces chiffres indiquent clairement que la sensibilité de la méthode est largement suffisante pour que les résultats obtenus par son emploi soient encore très démonstratifs en traitant seulement, si l'on ne peut faire mieux, 100^{cm^3} d'eau suspecte au lieu de 200^{cm^3}.

Dans ce cas on se contentera de deux épreuves de précipitations : celles de Bouchardat et de Tanret.

La sensibilité de la méthode définie ci-dessus s'applique à des expériences concernant les alcaloïdes suivants : aconitine, atropine, brucine, cocaïne, colchicine, esérine, pilocarpine, strychnine, vératrine, conicine.

Dans les conditions de mes recherches, des eaux de marais, des eaux de puits renfermant des matières en putréfaction n'ont donné aucun résultat positif.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveau dosage volumétrique du molybdène et du vanadium dans les aciers.* Note de M. TRAVERS, présentée par M. Henry Le Chatelier.

1° *Dosage du molybdène.* — On utilise habituellement pour le dosage du molybdène dans les minerais ou les aciers : (*a*) soit la précipitation à l'état de sulfure avec calcination à l'état de MoO^3; (*b*) soit la précipitation à l'état de molybdate de plomb ; (*c*) soit la méthode de Pisani (réduction par l'hydrogène, et oxydation ultérieure au permanganate).

Ces diverses méthodes sont d'une application très délicate, surtout dans le cas de faibles teneurs en molybdène, ce qui est le cas des aciers.

La méthode que nous présentons, relativement rapide (le dosage d'un acier exige environ 1 heure), permet de connaître, avec une précision relative d'environ $\frac{2}{100}$, la teneur en molybdène d'un acier à 1 pour 100. Elle utilise la réduction de MoO^3 par une liqueur titrée de chlorure titaneux.

Celle-ci se prépare très commodément en réduisant par le zinc une solution chlorhydrique de chlorure titanique [1] : dans les applications la présence de $ZnCl^2$ ne gêne pas, et il n'est pas du tout nécessaire de préparer du chlorure titaneux pur. La solution se conserve, comme celle de chlorure stanneux, dans une atmosphère de CO^2; elle est titrée à l'aide d'une liqueur connue de $FeCl^3$; mais il est prudent de vérifier chaque fois son titre [2].

L'acier est attaqué par HCl concentré, ou mieux par SO^4H^2 au $\frac{1}{20}$; on oxyde le fer par MnO^4K en poudre sans excès (une touche au ferricyanure de potassium doit rester faiblement verdâtre), et on le sépare en versant la

---

[1] Ce composé s'obtient très commodément par la méthode de Demarçay (voir CAMBOULIVES, *Thèse de Pharmacie*, 1910) en faisant passer des vapeurs de tétrachlorure de carbone sur du rutile chauffé vers 450°; le liquide obtenu est condensé dans une allonge; il n'est pas nécessaire de le rectifier : en l'additionnant de HCl concentré, on sépare facilement, par décantation, le tétrachlorure de carbone entraîné.

[2] Nous signalons que l'emploi de la liqueur titaneuse nous a permis de faire une série de réductions intéressantes. Treadvell, dans son Ouvrage classique d'analyse quantitative, signale son application au dosage du fer ferrique et du fer total ; on peut l'utiliser aussi au dosage des chromates, du cuivre (à l'état de $CuCl^2$).

liqueur dans un excès de lessive pure de potasse bouillante; le dosage est fait sur une partie aliquote.

La liqueur renfermant le molybdène est diluée et acidulée faiblement par HCl (1^{cm^3} HCl libre pour 100^{cm^3} de liqueur); après refroidissement, elle est réduite par un excès de $TiCl^3$ (solution telle que 1^{cm^3} corresponde environ à $0^g,001$ de fer). L'excès est oxydé par une liqueur de $FeCl^3$ à 1^g de fer par litre, en présence d'un indicateur, le sulfocyanure de potassium ou ammonium. Celui-ci n'est ajouté qu'après la réduction, on verra plus loin pourquoi. Le virage est plus net, en dépassant légèrement avec $FeCl^3$ jusqu'à teinte rouge faible et revenant avec quelques gouttes de $TiCl^3$, jusqu'à l'obtention du *jaune or* caractéristique.

En partant de liqueurs de molybdates alcalins dont le titre en molybdène était exactement connu, nous avons vérifié que la réduction se passait exactement suivant

$$(1)\qquad 2MoO^3 = Mo^2O^5 + O.$$

pour des concentrations en molybdène inférieures à $0^g,050$ *par litre, et une acidité correspondante à* 1^{cm^3} HCl *libre environ pour* 100^{cm^3} *de liqueur.*

Les résultats obtenus dans le titrage concordent au $\frac{1}{100}$ en valeur relative avec ceux que l'on calcule d'après l'équation (1); aux erreurs d'expérience près, qui peuvent atteindre le $\frac{1}{100}$, on peut donc affirmer que la réduction conduit bien à Mo^2O^5; l'emploi de $FeCl^3$ comme liqueur de retour est légitime, parce que l'oxydation de Mo^2O^5 par $FeCl^3$ dans les conditions indiquées plus haut, est insensible.

Si la concentration en molybdène de la liqueur, ou l'acidité, dépassent les limites données, l'oxydation de Mo^2O^5 par $FeCl^3$ est plus importante et l'approximation des résultats obtenus en admettant la formule (1) diminue; la méthode ne peut donc pas s'appliquer aux ferromolybdènes.

Nous avons dit que l'indicateur ne devait être mis qu'à la fin de la réduction; on en trouve la raison dans une étude attentive de la réaction colorée de KCNS et du molybdène. MoO^3 ne donne aucune coloration avec KCNS, mais si l'on ajoute 2 à 3 gouttes d'une solution étendue de $TiCl^3$, on obtient une teinte vermeille; l'addition de nouvelles gouttes de $TiCl^3$ la fait monter et passer au rouge sang quand la teneur en molybdène dépasse quelques dixièmes de milligramme de molybdène. La coloration obtenue n'est pas stable; au bout de quelques minutes, elle décroît pour se fixer finalement au jaune or.

On peut reproduire les mêmes phénomènes par de nouvelles additions

progressives de $TiCl^3$, en attendant après chaque essai que la teinte ait passé au jaune or. Quand tout l'acide molybdique a été réduit à l'état de Mo^2O^5, on n'obtient plus de variation de la teinte, qui reste jaune or.

Si l'on mettait KCNS avant le dosage, il serait difficile d'avoir une idée de la fin de la réduction en raison de la décroissance *lente* de la teinte rouge.

Par contre, si l'on veut rechercher des traces de molybdène, on mettra KCNS avant de verser $TiCl^3$, car la montée de la teinte par addition progressive de $TiCl^3$ est caractéristique ([1]) et permet de reconnaître moins de $0^g,0001$ de molybdène dans 500^{cm^3} de liqueur. En particulier, on pourra se servir de cette réaction pour déceler des traces de réoxydation de Mo^2O^5 par $FeCl^3$. C'est ainsi que l'on peut voir que, dans les conditions décrites pour le dosage, il n'y a réoxydation que de $0^{mg},1$ à $0^{mg},2$ de molybdène.

2° *Dosage du vanadium.* — V^2O^5 est réduit par $TiCl^3$ à l'état de V^2O^4.

Dans les conditions décrites par le dosage du molybdène, $FeCl^3$ ne réoxyde pas V^2O^4; on utilise donc $FeCl^3$ comme liqueur de retour, avec KCNS comme indicateur qu'on pourra mettre dans ce cas avant le dosage.

Cette méthode constitue un progrès très net par rapport à la méthode classique de Lindemann, où l'incertitude de la touche au ferrocyanure entraîne une certaine imprécision.

Si l'acier renferme à la fois molybdène et vanadium, les deux sont dosés simultanément; le dosage du molybdène par différence connaissant le vanadium (déterminé colorimétriquement par la réaction de H^2O^2) est alors moins précis, le vanadium intervenant avec un coefficient double de celui du molybdème.

Si l'acier renferme du tungstène, on devra l'éliminer par insolubilisation, $TiCl^3$ réduisant WO^3 à l'état d'oxyde bleu; nous signalons à ce propos, que $TiCl^3$ permet un dosage colorimétrique très précis du tungstène pour des teneurs en tungstène inférieures à 1 pour 100; on apprécie 1^{mg} WO^3 dans 200^{cm^3} de liqueur.

([1]) La réaction colorée du sulfocyanure et du molybdène est classique, mais l'emploi d'une solution étendue de $TiCl^3$, versée *progressivement*, en fait une réaction encore plus sensible.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de nappes de charriage dans la région de Bizerte (Tunisie).* Note [1] de MM. **L. Gentil** et **L. Joleaud**, présentée par M. Haug.

M. Termier [2] a, en 1906-1908, admis l'existence d'une nappe de charriage, dont le terme inférieur serait le Trias, qui s'étendrait à la Tunisie septentrionale et centrale et à une partie du département de Constantine. Cette idée fort intéressante sur la structure du Nord Africain a été vivement combattue par MM. Blayac et Pervinquière [3]. Peu après, l'un de nous [4] révélait la présence, dans le département de Constantine, de nappes dont il a suivi [5] le prolongement dans la zone frontière algéro-tunisienne, montrant ainsi l'analogie de la tectonique de ces régions avec celles des confins orano-marocains [6]; il a en outre admis [7] que le grand affleurement triasique de Souk Ahras, où M. Blayac [8] voyait un simple dôme, s'étirait en lanière vers l'Est et se poursuivait en Tunisie, sur plus de 250^{km}, sous la forme d'une nappe qui atteint la mer à Bizerte.

Des observations faites au cours d'un voyage récent dans le nord de la Tunisie nous permettent d'apporter, avec la confirmation de cette manière de voir, des données entièrement nouvelles sur l'importance des phénomènes de charriage dans ce pays [9].

Les seuls terrains dont la présence avait été jusqu'à présent signalée dans la région de Bizerte étaient le Trias, le Néocrétacé, le Nummulitique, le Miocène, le Pliocène et le Quaternaire. Nous y avons découvert, en outre, le Lias, représenté par des calcaires marmoréens identiques à ceux du littoral algérien et des environs de Tunis.

---

(1) Séance du 3 septembre 1917.

(2) *Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 137, et *Bull. Soc. géol. France*, 4e série, t. 8, 1908, p. 122.

(3) *Bull. Soc. géol. France*, 4e série, t. 8, 1908, p. 53-55, 123-124, etc.

(4) L. Joleaud, *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 480, et *Étude géologique de la chaîne Numidique et des monts de Constantine* (*Thèse Fac. Sc. Paris*, 1912, p. 356-367, 387-389).

(5) L. Joleaud, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1130, et *Bull. Soc. géol. France*, 4e série, t. 14, p. 428-429.

(6) Louis Gentil, *Thèse de doctorat*. Alger, 1902; *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 751, et t. 156, 1913, p. 965; *Le Maroc physique*, Paris, Alcan, 1912; etc.

(7) L. Joleaud, *Comptes rendus Soc. géol. France*, 1914, p. 144.

(8) *Esquisse géologique du bassin de la Seybouse et de quelques régions voisines* (*Thèse Fac. Sc. Paris*, 1913, pl. II).

(9) Au cours d'un voyage effectué dans le nord-ouest du Maroc avec M. M. Lugeon, nous sommes arrivés à des conclusions identiques.

Dans le djebel Kechabta, à mi-distance entre Tunis et Bizerte, les calcaires liasiques forment un étroit lambeau de recouvrement au sommet du djebel Sfaïa, où ils couronnent les argiles du Miocène moyen.

Les mêmes calcaires constituent, un peu plus au Nord, la masse principale du djebel Achkel, dont le point culminant domine par 500^m d'à pic le lac d'eau douce de Bizerte (garaet Achkel). Leurs strates présentent un plongement général vers le Nord et la plaine quaternaire qui s'étend plus au Sud masque évidemment un coussinet d'argiles vindoboniennes s'insinuant entre le Lias et le petit dôme de calcaires sénoniens de Mateur. L'abrupt nord du djebel Achkel montre que les assises liasiques se relèvent, si bien que leur prolongement dans l'espace passerait par-dessus le Miocène moyen de la rive septentrionale de la garaet.

Le Lias se retrouve dans la même situation tectonique plus au Sud, sur le parallèle de Tunis, dans le djebel Maïana, près de Tebourba : à sa base apparaissent des schistes et des grès paléozoïques. Lias et Paléozoïque reposent sur des argiles vindoboniennes que cachent les alluvions quaternaires de la plaine; au-dessous de ces argiles affleurent les calcaires sénoniens de Tebourba. Nous avons retrouvé les mêmes calcaires liasiques sur des marnes mésocrétacées à *Mortoniceras inflatum* dans le vallon de l'oued el Kranga, vers l'aïn es Stabria, à 4^{km} au nord de Chaouach, petit village indigène voisin de Medjez el Bab.

Si le Néocrétacé est nettement subordonné au Miocène à Tebourba et à Mateur, il lui est, au contraire, superposé à l'ouest de Bizerte, au djebel Mellaha, au djebel Bou Hallouf, à l'henchir Meslem, etc., où il forme des plis imbriqués, dont les barres calcaires sénoniennes, plongeant au Nord, sont séparées par des lames d'argiles vindoboniennes.

Ces dislocations peuvent avoir été déterminées par de simples replis du substratum autochtone de la nappe liasique, mais elles peuvent aussi indiquer que le Néocrétacé de Bizerte forme lui-même une nappe inférieure à celle de l'Achkel. Le Vindobonien subordonné au Lias ne serait alors qu'un coussinet interposé. En ce cas le Miocène de Bizerte serait le seul terrain apparent du substratum des nappes de la région.

Enfin le Trias, qui n'affleure nulle part au contact du Lias ou du Paléozoïque, constitue une nappe indépendante, supérieure à la nappe liasique, mais qui s'insinue, sous la forme de lambeaux discontinus, dans le Miocène intercalé entre le Lias et le Néocrétacé. Le fait est particulièrement net dans le djebel Kechabta, sur les rives de l'oued Ellil : là, le Trias plongeant au Nord s'enfonce nettement dans les argiles vindoboniennes. Il en est de même encore au sud du douar Mellaha.

Au nord-ouest de Bizerte, vers Bechateur, le Trias ne reparaît que tout à fait au sommet de la série des imbrications du Néocrétacé et du Nummulitique qui s'étagent du djebel Mellaha au djebel Sfaïa. Il en est de même à l'ouest de Mateur, où le Trias prend un grand développement dans les vallons des oueds el Gouss et Touïl. Ces vallons sont reliés au Trias de Bechateur par celui de Sidi Naceur : ils font partie de la même zone tectonique que les grands affleurements de Trias de Saint-Joseph-de-Thibar et de Souk Ahras ([1]).

Dans le substratum de ces marnes bariolées, on observe, notamment dans le djebel el Grefa, à l'ouest de Mateur, des brèches de calcaires néocrétacés-nummulitiques en

([1]) L. Joleaud, *Ass. franç. Avanc. Sc.*, 43e session, Le Havre, 1914, p. 379.

recouvrement sur les argiles vindoboniennes. Plus au sud-ouest, le long du chemin de Teboursouk à Saint-Joseph-de-Thibar, on voit, dans le Trias, de véritables fenêtres où apparaissent les marnes crétacées.

Ainsi donc, deux et peut-être trois nappes de charriage se sont étendues sur la région de Bizerte. La plus élevée est formée par le Trias, la seconde par le Lias et les schistes paléozoïques; une troisième, peut-être, enfin, par le Néocrétacé et le Nummulitique. Ces nappes sont postérieures au dépôt des argiles du Vindobonien et antérieures à la formation des sables et des grès sahéliens : elles ont été poussées du NNW vers le SSE. Nous avons pu les suivre ainsi dans toute la région de Bizerte.

ANTHROPOLOGIE. — *La dent de sagesse, qui est fonction du mode d'alimentation, n'est plus en voie d'atrophie.* Note [1] de M. **Marcel Baudouin**, transmise par M. Charles Richet.

L'angle que fait la branche montante de la mandibule avec le bord alvéolaire de cet os est d'étendue très variable, au moins chez les Mammifères supérieurs. Son amplitude est d'environ 60°. Elle va de 90° (angle droit) à 150° (angle très obtus, ouvert en haut et en avant).

Il est facile de constater, quand on examine la mâchoire inférieure des animaux dont nous parlons, qu'un seul groupe d'espèces présente, en dehors des Singes supérieurs et de l'espèce humaine, un angle ayant de 95° à 120°, tandis que chez tous les autres Mammifères il varie de 125° à 150°.

A ce point de vue, il existe donc des types à angle voisin de l'angle droit, et d'autres à angle nettement obtus. Les premiers sont tous des *Carnivores*, allant de 95° (Glouton) à 120° (Chien). Les autres, de 120° à 150° (Cheval, etc.), sont des *Herbivores*. Les *Suidés*, dits *Omnivores*, ont d'ailleurs un angle intermédiaire (135° environ).

Il résulte de ces constatations matérielles que cet *angle maxillaire antérieur*, en ce qui concerne son étendue, est surtout fonction du *régime alimentaire* de l'animal considéré, et, en particulier, est en relation avec la façon dont cet animal prépare sa nourriture dans la cavité buccale, c'est-à-dire avec les muscles masticateurs. Il est facile de voir que, plus l'espèce est herbivore, surtout s'il s'agit d'une domestiquée, plus l'angle est grand. Comme les végétariens sont, dans l'échelle zoologique, au-dessous des car-

---

[1] Séance du 27 août 1917.

nivores, il faut en déduire que cet angle n'a pu se rétrécir qu'avec l'apparition de l'alimentation carnée, qu'on peut appeler *carnivorisme*.

D'autre part, une étude comparée de la troisième grosse molaire, dans la série des Mammifères, permet de constater que, plus un animal est *carnivore*, plus cette dent tend à s'*atrophier* (Loup, etc.) et même à *disparaître* complètement (Panthère, Lynx, Chat, etc.).

C'est donc un même phénomène sous deux formes différentes.

Les deux processus anatomiques sont par suite connexes, étant la conséquence même du rôle joué par la mandibule. Une fois de plus, la fonction a fait les organes.

En appliquant ces données à l'espèce humaine et surtout aux hommes préhistoriques et modernes, il est aisé de vérifier qu'au Paléolithique inférieur la troisième grosse molaire (dent dite *de sagesse*) était plus volumineuse (Piltdown, La Naulette, etc.) qu'aujourd'hui (loi de Gaudry et Depéret) et qu'elle a ensuite diminué de volume. La formule des molaires est passée de $M^3 > M^2 > M^1$ à $M^3 < M^2 < M^1$.

Par conséquent, à un moment donné, l'homme quaternaire qui, au début, était purement *végétarien* (fruits, graines, racines, etc.) est devenu un peu *carnivore*, à la suite de la découverte du *feu* (époque moustérienne). Or, précisément, à ce moment-là, son angle maxillaire, d'abord obtus (mandibule de Piltdown), s'est rapproché de l'angle droit (mandibules de Mauer, de Sfry, etc.).

L'atrophie maximum de la dent de sagesse a été réalisée dès la fin du Paléolithique (nombreux ossements), à l'époque des grandes chasses au Renne, au Bison, au Cheval, etc.

Or, au Néolithique, non seulement cette dent (M^3) n'a plus continué à s'atrophier, mais elle a même commencé à augmenter un peu de volume vers l'époque des métaux, en même temps que l'angle maxillaire s'agrandissait aussi légèrement.

On doit conclure de là qu'avec le régime végétarien, surtout développé depuis le Néolithique (invention de l'agriculture), non seulement la dent de sagesse n'est plus en voie d'atrophie et de disparition, comme on le répète sans cesse, mais doit être en train de devenir plus volumineuse sous l'influence de la diminution, à l'époque présente, du régime carné dans l'alimentation humaine.

Cette donnée nouvelle explique bien d'ailleurs l'angle très obtus du fœtus (*atavisme* végétarien) et chez le vieillard (*végétarisme* obligatoire, par chute des dents).

Ces conclusions résultent de recherches spéciales ayant porté sur une centaine de dents de sagesse recueillies dans l'ossuaire néolithique de Bazoges-en-Pareds (Vendée) et ayant fourni un grand nombre de M³ inférieures à *quatre tubercules* (au lieu des *trois* actuels).

PHYSIOLOGIE. — *L'automatisme des premiers mouvements du corps chez les Sélaciens* (Scyllium canicula, *Cuv.*). Note [1] de **P. Wintrebert**, présentée par M. Y. Delage.

Les mouvements automatiques sont ceux dans lesquels nulle excitation étrangère à l'appareil moteur n'intervient comme cause de mouvement [Ch. Richet [2]]. Cette définition s'applique aux premiers mouvements du corps des Sélaciens; ils persistent avec leur coordination et leur rythme après l'ablation des centres nerveux rhombencéphaliques et médullaires.

Historique. — Lœb et ses collaborateurs [3] ont montré l'action de solutions de chlorures mono et bivalents, en proportion déterminée, sur les muscles de la grenouille, le centre de l'ombrelle de la méduse, le ventricule isolé du cœur de tortue, et provoqué dans ces organes, des contractions rythmées, dont ils sont dénués dans leur milieu normal. Mais la question de la contraction automatique de l'appareil locomoteur considéré en place, avec sa coordination idio-musculaire, sur un animal qui vit dans son milieu, n'a pas été traitée.

St. Paton [4] qui, en 1907, a étudié histologiquement l'état du système nerveux des Sélaciens à l'époque d'apparition des mouvements, après avoir constaté qu'on n'y pouvait déceler encore aucune neuro-fibrille, émit l'opinion que les seules voies possibles pour la conduction des impulsions motrices se trouvaient dans des cordons indifférenciés de protoplasma.

Opération [5]. — Elle consiste à enlever la moelle et le bulbe sur une étendue plus ou moins grande du tronc et de la queue en infligeant aux muscles un minimum de lésions. La technique qui m'a conduit à la *preuve histologique de l'ablation complète* comprend la section aux ciseaux fins, coudés sur le plat, de la région sus-chordale, moelle et cornes myotomiques dorsales, tout ensemble, suivie d'un nettoyage minutieux de la chorde; la lésion musculaire est d'autant moindre que l'embryon est moins âgé, parce que les myotomes n'arrivent d'abord qu'au tiers inférieur de la moelle et n'atteignent toute sa hauteur qu'au stade L (Balfour). De toutes façons, les

(1) Séance du 27 août 1917.

(2) Ch. Richet, *Dictionnaire de Physiologie*, t. I, 1895.

(3) J. Loeb, *La dynamique des phénomènes de la vie*, 1908 (voir Bibliogr.).

(4) St. Paton, *Mittheil. aus der zoolog. Station zu Neapel*, Bd. 18, 1907.

(5) Tout mon matériel provient du Laboratoire Lacaze-Duthiers de Roscoff, grâce à l'obligeance de M. le professeur Delage.

cellules ganglionnaires du système nerveux transitoire de Rohon-Beard, émigrées dans le haut des myotomes, sont enlevées.

Les opérés du stade H pendant lequel commence le mouvement ne reprennent pas leur activité.

Les plus jeunes embryons opérés avec succès sont au début du stade J (trois fentes branchiales, 3^{mm} à 4^{mm} de long), les plus vieux au stade O.

L'opération est pratiquée dans l'eau de mer naturelle, l'embryon reposant sur le vitellus, au milieu de sa coque fenêtrée dorsalement. L'immobilité acquise après les premières sections peut persister plusieurs heures; sa durée dépend de l'importance des dégâts et des conditions du milieu; ainsi, les interventions strictement effectives, sans incidents fâcheux tels que la section de la chorde et des gros vaisseaux, donnent les résultats les plus nets et les plus rapides; et d'autre part la pureté et la bonne oxygénation de l'eau favorisent la reprise d'activité.

Résultats. — A. *Anatomiques.* — Les coupes en série montrent l'absence complète des centres nerveux dans le champ opératoire qui comprend, suivant l'âge et les individus, de 15 à 45 métamères. La chorde est à nu sur la face dorsale; elle est flanquée latéralement des nerfs et ganglions rachidiens coupés au-dessus de son dôme. et entourée des myotomes sectionnés plus bas encore. L'ablation, généralement pratiquée en avant jusqu'à la huitième paire, s'est prolongée parfois jusqu'au mésencéphale.

B. *Physiologiques.* — L'observation préalable des mouvements normaux indique leurs principaux traits et leurs phases successives : on voit d'abord un léger balancement bilatéral céphalique qui s'affirme avec l'extension de la contractilité; plus tard la propagation de l'onde musculaire devient plus visible et finit par aboutir au mouvement serpentiforme; enfin l'animal qui a grandi (stade N), et se trouve à l'étroit dans la coque, présente dans ses déplacements moins de rythme et plus d'instabilité. Mais dans cette complication progressive des mouvements la clarté vient de l'expérience.

L'expérimentation prouve d'abord qu'il existe un mouvement musculaire indépendant du système nerveux; il apparaît en général 1 ou 2 heures après l'opération et persiste de 4 à 6 heures, jusqu'à la mort.

Caractères des mouvements d'origine musculaire. — 1° Ils naissent spontanément dans les premiers myotomes; cette origine spontanée se voit encore dans la région moyenne du tronc, mais n'a pas été trouvée dans la partie postérieure de celui-ci ni dans la queue (stade L).

2° Ce sont des oscillations bilatérales dont chacune dure environ 1 seconde, sur un rythme qui comprend des pauses, mais qui se renouvelle de façon continue; chaque période rythmée peut se décomposer en quatre temps dont voici les emplois suivant divers types.

Premier type : 1er temps, mouvement d'un côté; 2e temps, retour passif; 3e temps, mouvement opposé; 4e temps, retour passif.

Deuxième type : 1er temps, mouvement d'un côté; 2e temps, mouvement opposé; 3e temps, retour passif; 4e temps, pause.

Un *troisième type*, plus passager, se présente; il se compose de contractions bilaté-

rales simultanées pendant lesquelles l'embryon exécute de légers déplacements verticaux d'élévation de la tête et de la queue.

Si la plupart des embryons maintiennent longtemps un des deux premiers types, surtout le premier, par contre certains manifestent une grande variabilité sans que du reste la durée de la période rythmée soit modifiée: par exemple, à un mouvement du deuxième type (gauche-droite), succède un balancement inverse (droite-gauche), puis vient un mouvement simultané du troisième type, puis de nouveau un mouvement gauche-droite. La notation de ces phases successives, reproduites dans le même ordre pendant des heures, conduit à découvrir la cause très simple de ce désordre rythmique. Chaque bande myotomique latérale exécute sa contraction propre, indépendamment de sa voisine, et malgré que la révolution de son rythme particulier dure environ 1 seconde, cependant la moindre différence de temps entre les deux côtés entraîne un chevauchement des deux mouvements cycliques.

3° Les mouvements sont coordonnés dans chaque groupe latéral; l'onde musculaire se propage d'avant en arrière, de proche en proche, comme si la contraction du muscle précédent produisait l'excitation et la contraction consécutive du muscle suivant. La comparaison avec le mouvement des cils vibratiles semble s'imposer.

Comparaison avec les mouvements normaux. — 1° Les premiers balancements des stades H et J sont la reproduction du mouvement idio-musculaire.

2° Au stade K, le rythme change. Les oscillations bilatérales, dont l'ampleur augmente, courbent d'abord l'embryon en U, puis en S, par déviation opposée de la tête, alors que l'onde première n'a pas abandonné la queue; mais maintenant le rythme se fait seulement en deux temps; il n'y a plus de retour passif, ni de pause; la contraction inverse survient dès la fin du premier mouvement et porte le corps d'emblée du côté opposé. En revanche le rythme n'est plus continu, il s'établit à la fois des périodes de mouvement parfois très longues et des *arrêts* où l'animal reste plusieurs secondes immobile. *C'est le type nerveux du mouvement.*

L'opération restitue à l'embryon le type musculaire et celui-ci se retrouve souvent aussi *ante mortem* sur les embryons normaux qui agonisent, comme si la fonction nerveuse disparaissait avant le pouvoir musculaire. L'irritabilité musculaire des myotomes, très précoce, puisqu'elle devance celle du cœur, persiste aussi le plus souvent après la cessation des battements cardiaques. L'anesthésie par le chlorétone endort en même temps les mouvements du corps et ceux du cœur.

3° Aux stades plus avancés (L et O), où l'allure rythmée moins fréquente cède la place à une fantaisie de flexions diverses et de renversements, l'ablation nerveuse fait encore réapparaître le rythme persistant et régulier des mouvements du type musculaire.

Conclusion. — Nous pouvons donc conclure, chez les embryons de Sélaciens, à l'automatisme des premiers mouvements du corps, qui offrent des caractères précis de rythme et de coordination, et à la persistance latente de ce pouvoir automatique, ainsi que du type musculaire primitif, sous la domination nerveuse.

PHYSIOLOGIE. — *Influence de substances radioactives sur la perméabilité des reins au glycose.* Note [1] de MM. **H.-J. Hamburger** et **D.-J. de Waard**, transmise par M. Charles Richet.

Depuis quelque temps on s'occupe dans notre laboratoire de recherches sur la perméabilité des reins au glycose. En faisant passer par le système vasculaire des reins de la grenouille une solution saline oxygénée (NaCl : 0,7 pour 100; $NaHCO^3$: 0,02 pour 100; KCl : 0,01 pour 100; $CaCl^2$: 0,0075 pour 100) contenant du glycose et en recueillant par les uretères l'urine artificielle ainsi produite, on constate que 0,03 pour 100 du glycose est retenu. Le dosage se fait au moyen de l'excellente microméthode du savant danois I. Bang [2]. Cependant la rétention diminue ou fait défaut quand on modifie la composition de la solution saline. Pour que le sucre soit retenu, il faut surtout qu'il existe une certaine proportion entre le calcium et le potassium. En supprimant le potassium dans le liquide circulant, le glycose passe entièrement dans l'urine, autrement dit la teneur de l'urine en glycose est parfaitement égale à celle du liquide circulant.

Mais si, au lieu du potassium, celui-ci étant *le seul élément radioactif dans le corps animal*, on ajoute au liquide des traces d'autres substances radioactives, par exemple le nitrate d'uranium, le bromure de radium, on parvient encore à retenir 0,03 pour 100 de glycose.

Il est remarquable que les doses nécessaires d'uranium et de radium ne dépendent nullement des poids moléculaires de ces métaux, mais qu'elles sont nettement proportionnelles à leur pouvoir radioactif. Ainsi, pour retenir 0,03 pour 100 de glycose, on devait remplacer 0,01 pour 100 de KCl par 0,0015 pour 100 de $U(NO^3)^4$ au lieu de 0,0112 pour 100 et 5.10^{-6} mg de $RaBr^2$ par litre au lieu de 259^{mg} de $RaBr^2$. Les solutions contenant 0,01 pour 100 de KCl, 0,0112 pour 100 de $U(NO^3)^4$ et 259^{mg} de $RaBr^2$ par litre sont des liquides équimoléculaires au point de vue chimique.

En employant une solution plus forte ou plus faible de $U(NO^3)^4$ que de 0,0015 pour 100, la rétention du sucre n'a pas lieu. On observe le même phénomène avec le radium.

Ces faits jettent une lumière inattendue sur la contradiction entre l'action

---

(1) Séance du 30 juillet 1917.

(2) I. Bang, *Methoden der Mikrobestimmung einiger Blutbestandteile*. Wiesbaden, J.-F. Bergmann, 1916.

nocive de l'uranium (glycosurie uranique expérimentale) et l'effet favorable de doses minimes d'uranium dans le traitement du diabète sucré chez l'homme, d'après Hughes et West.

Après avoir ainsi constaté que le potassium peut être remplacé par d'autres substances en quantités équiradioactives ([1]), on pouvait se demander si les substances radioactives dans le liquide circulant pourraient être remplacées par l'émanation provenant d'une préparation de radium ou de mésothorium. En effet, en faisant circuler ladite solution saline sucrée, mais exempte de potassium (par conséquent NaCl : 0,7 pour 100; $NaHCO^3$: 0,02 pour 100; $CaCl^2$: 0,0075 pour 100) par les deux reins, on constate que c'est seulement le rein soumis à l'influence du mésothorium qui retient du glycose et qui en retient la même quantité qu'il en retiendrait avec 0,01 pour 100 de KCl, ou des doses équiradioactives d'uranium ou de radium.

Il est encore un autre phénomène qui doit attirer l'attention : le rein soumis à l'action radiante du mésothorium montre un gonflement très apparent, facile à vérifier en comparant son poids à celui du rein non soumis à l'action du mésothorium.

Rappelons, à ce propos, une observation de R. Siebeck ([2]), d'après laquelle le rein vivant de la grenouille, plongé dans une solution de KCl isotonique au sérum sanguin, présente un gonflement considérable. Au contraire, ce gonflement fait défaut dans une solution de NaCl.

L'étude quantitative de la perméabilité des reins au glycose nous semble comporter un intérêt tout spécial au point de vue de la biologie générale. En effet, la couche épithéliale du glomérule est une membrane vivante très simple, dont la perméabilité au glycose est un réactif extrêmement sensible à toutes sortes d'influences physiologiques.

MICROBIOLOGIE. — *Sur un microbe invisible antagoniste des bacilles dysentériques.* Note ([3]) de M. F. d'Herelle, présentée par M. Roux.

Des selles de divers sujets convalescents de dysenterie bacillaire, et dans un cas de l'urine, j'ai isolé un microbe invisible doué de propriétés anta-

([1]) Voir Zwaardemaker et ses collaborateurs, *Koninklijke Academie van Wetenschappen*, 28 avril, 27 mai, 30 septembre, 10 novembre 1916.

([2]) R. Siebeck, *Pflüger's Archiv*, t. 148, 1912, p. 443.

([3]) Séance du 3 septembre 1917.

gonistes vis-à-vis du bacille de Shiga. Sa recherche est particulièrement aisée dans les cas d'entérite banale consécutive à une dysenterie; chez les convalescents ne présentant pas cette complication la disparition du microbe anti suit de très près celle du bacille pathogène. Malgré de nombreux examens, je n'ai jamais trouvé de microbes antagonistes, ni dans les selles de dysentériques à la période d'état, ni dans les selles de sujets normaux.

L'isolement du microbe anti-Shiga est simple : on ensemence un tube de bouillon avec quatre à cinq gouttes de selles, on place à l'étuve à 37° pendant 18 heures puis on filtre à la bougie Chamberland L_2. Une petite quantité d'un filtrat actif ajoutée, soit à une culture en bouillon de bacilles de Shiga, soit à une émulsion de ces bacilles dans du bouillon ou même dans de l'eau physiologique, provoque l'arrêt de la culture, la mort des bacilles puis leur lyse qui est complète après un laps de temps variant de quelques heures à quelques jours suivant l'abondance plus ou moins grande de la culture et la quantité de filtrat ajoutée.

Le microbe invisible cultive dans la culture lysée de Shiga car une trace de ce liquide, reportée dans une nouvelle culture de Shiga, reproduit le même phénomène avec la même intensité : j'ai effectué jusqu'à ce jour, avec la première souche isolée, plus de 50 réensemencements successifs. L'expérience suivante donne d'ailleurs la preuve visible que l'action antagoniste est produite par un germe vivant : si l'on ajoute à une culture de Shiga une dilution d'une culture précédente lysée, de façon que la culture de Shiga n'en contienne qu'un millionième environ, et si, immédiatement après, on étale sur gélose inclinée une gouttelette de cette culture on obtient, après incubation, une couche de bacilles dysentériques présentant un certain nombre de cercles d'environ 1^{mm} de diamètre, où la culture est nulle; ces points ne peuvent représenter que des colonies du microbe antagoniste : une substance chimique ne pourrait se concentrer sur des points définis. En opérant sur des quantités mesurées, j'ai pu voir qu'une culture lysée de Shiga contient de cinq à six milliards de germes filtrants par centimètre cube. Un trois-milliardième de centimètre cube d'une culture précédente en Shiga, c'est-à-dire un seul germe, introduite dans un tube de bouillon, empêche la culture du Shiga même ensemencé largement; la même quantité ajoutée à 10^{cm^3} d'une culture de Shiga la stérilise et la lyse en cinq ou six jours.

Les diverses souches du microbe anti que j'ai isolées n'étaient primitivement actives que contre le bacille de Shiga; par culture en symbiose avec les bacilles dysentériques type Hiss ou Flexner j'ai pu, après quelques

passages, les rendre antagonistes pour ces bacilles. Je n'ai obtenu aucun résultat en opérant sur d'autres microbes : bacilles typhiques et paratyphiques, staphylocoques, etc. L'apparition d'une action antagoniste contre le bacille de Flexner ou celui de Hiss s'accompagne d'une diminution puis d'une perte du pouvoir contre le Shiga, ce pouvoir reparaît d'ailleurs avec son intensité primitive après quelques cultures en symbiose; la spécificité de l'action antagoniste n'est donc pas inhérente à la nature même du microbe invisible, mais acquise dans l'organisme du malade par la culture en symbiose avec le bacille pathogène.

En l'absence de bacilles dysentériques le microbe anti ne cultive dans aucun milieu, il n'attaque pas les bacilles dysentériques tués par la chaleur, par contre il cultive parfaitement dans une émulsion en eau physiologique de bacilles lavés : il résulte de ces faits que le microbe antidysentérique est un bactériophage obligatoire.

Le microbe anti-Shiga n'exerce aucune action pathogène sur les animaux d'expérience. Les cultures lysées de Shiga sous l'action du microbe invisible, qui sont en réalité des cultures du microbe anti, jouissent de la propriété d'immuniser le lapin contre une dose de bacilles de Shiga tuant les témoins en cinq jours.

J'ai recherché si l'on pouvait mettre en évidence un microbe anti chez les convalescents de fièvre typhoïde : dans deux cas, une fois dans l'urine, l'autre fois dans les selles, j'ai réussi à isoler un microbe filtrant doué de propriétés lytiques nettes vis-à-vis du bacille paratyphique A, mais toutefois moins marquées que chez le microbe anti-Shiga. Ces propriétés se sont atténuées dans les cultures suivantes.

En résumé, chez certains convalescents de dysenterie, j'ai constaté que la disparition du bacille dysentérique coïncidait avec l'apparition d'un microbe invisible doué de propriétés antagonistes vis-à-vis du bacille pathogène. Ce microbe, véritable microbe d'immunité, est un bactériophage obligatoire; son parasitisme est strictement spécifique, mais s'il est limité à une espèce à un moment donné, il peut s'exercer tour à tour sur divers germes par accoutumance. Il semble donc que dans la dysenterie bacillaire, à côté d'une immunité antitoxique homologue, émanant directement de l'organisme du sujet atteint, il existe une immunité antimicrobienne hétérologue produite par un microorganisme antagoniste. Il est probable que ce phénomène n'est pas spécial à la dysenterie, mais qu'il est d'un ordre plus général car j'ai pu constater des faits semblables, quoique moins accentués, dans deux cas de fièvre paratyphoïde.

MÉDECINE. — *Sur l'emploi de l'iodure d'amidon dans le traitement des plaies infectées*. Note de M. **Auguste Lumière**, présentée par M. A. Laveran.

La plupart des antiseptiques efficaces sont doués d'affinités chimiques énergiques qui les font réagir non seulement sur les microbes, mais aussi sur les tissus de l'organisme.

En se combinant avec les matières albuminoïdes, ces antiseptiques sont détruits rapidement et perdent leurs propriétés désinfectantes; leur action s'épuise souvent en quelques minutes, de sorte que les microorganismes qui ne sont pas immédiatement tués par les substances bactéricides peuvent ensuite continuer à pulluler et la stérilisation des blessures n'est point obtenue.

C'est pour remédier à cette insuffisance des antiseptiques que Carrel a institué la méthode des irrigations dans laquelle la désinfection est réalisée par des apports successifs et répétés de solution active au sein des plaies.

Ce procédé comportant des dispositifs assez compliqués et ne pouvant pas toujours être appliqué, il nous a paru intéressant de rechercher d'autres moyens de faire agir les agents microbicides d'une façon prolongée et continue sur les blessures infectées.

Nous avions déjà préconisé, il y a plus de deux ans, à cet effet, l'emploi d'un mélange d'une partie de chlorure de chaux pour quatre parties d'acide borique qui dégage peu à peu de l'acide hypochloreux. Ce mélange permet en général de stériliser assez rapidement les plaies, mais il présente l'inconvénient de s'altérer, d'être un peu irritant et d'épuiser trop vite encore son pouvoir bactéricide.

Le problème consistait à trouver une substance qui, suffisamment stable et très active, ne soit pas immédiatement détruite par les tissus et dont l'action puisse être mise en œuvre, le cas échéant, pendant plusieurs heures et même plusieurs jours.

L'iodure d'amidon nous a paru devoir remplir ces *desiderata*, comme l'établissent les expériences suivantes :

Dans deux flacons nous avons introduit 10^{g} de tissu musculaire haché, ayant subi déjà un commencement d'altération. Dans le premier de ces flacons nous avons ajouté 100^{cm^3} d'eau iodée renfermant 25^{mg} d'iode libre; dans le second, le même volume de liquide a été additionné d'un poids d'iodure d'amidon correspondant à la même teneur en iode. Ces mélanges étant agités à plusieurs reprises, nous avons constaté qu'au bout d'une

demi-heure l'iode libre renfermé dans le premier flacon avait complètement disparu et que le lendemain ce mélange était en pleine putréfaction, tandis qu'un mois après l'expérience le contenu du deuxième flacon avait conservé sa coloration bleue et n'avait subi aucune altération.

Nous avons déterminé, par les méthodes habituelles, le pouvoir antiseptique de l'iodure d'amidon.

Nos expériences ont montré que l'iodure d'amidon dont la teneur en iode correspond à $\frac{1}{50000}$ suffit, après 24 heures de contact à l'étuve à 37°, pour tuer le streptocoque, le pyocyanique et le coli.

Le staphylocoque ne résiste pas aux liqueurs renfermant dix fois moins de substance active.

Des plaies expérimentales infectées faites à des animaux ont été ensuite traitées par l'iodure d'amidon soit à l'état de poudre, soit inclus dans de l'empois gélatineux.

Les blessures soumises à l'action de ces produits ont été très rapidement désinfectées et, en général, ne renferment plus de microbes au troisième pansement.

Devant ces résultats, nous avons appliqué cette substance au traitement des plaies de guerre qui ont été très vite stérilisées toutes les fois qu'il s'est agi de blessures des parties molles, par abrasion des tissus et sans fistules ou trajets profonds inaccessibles à l'antiseptique.

On sait que l'amidon peut fixer de 18 à 20 pour 100 d'iode. Mais à cette concentration la substance iodée est irritante et il convient de se tenir au titre de 1 pour 100 environ, largement suffisant d'après les essais ci-dessus.

Il est possible aussi d'utiliser l'iodure d'amidon en irrigations suivant la méthode de Carrel, et à cet effet nous avons employé la liqueur suivante :

Amidon soluble..	25^g
Eau bouillante..	1000^g
Solution iodo-iodurée à 1 pour 100.....................	50^{cm^3}

Ce liquide renferme par litre $0^g,50$ d'iode, sinon en dissolution parfaite, du moins à un état de division extrême permettant même sa filtration à la bougie; il semble avoir une puissance antiseptique analogue à celle de la solution de Dakin et n'est pas irritant pour les téguments qu'il est dès lors inutile de protéger; il ne brûle pas les draps ni les objets de literie qui sont rapidement détériorés par l'hypochlorite.

La cicatrisation des plaies ainsi traitées semble s'effectuer d'une façon particulièrement rapide.

MÉDECINE. — *Origine des affinités spécifiques entre les produits microbiens pathogènes et l'organisme animal.* Note de M. **J. Danysz**, présentée par M. A. Laveran.

Les expériences sur les propriétés physico-chimiques des arséno-benzènes et sur les transformations de ces substances dans l'organisme, relatées dans des Notes antérieures [1], ainsi que les idées générales que nous avons pu en déduire, nous ont permis d'envisager à un nouveau point de vue les résultats d'expériences déjà anciennes sur la virulence des paratyphiques pour certaines espèces animales, de compléter ces expériences et de préciser les conditions dans lesquelles ces microbes peuvent devenir pathogènes pour des espèces vis-à-vis desquelles ils étaient inoffensifs à l'origine.

Expériences. — Un paratyphique, isolé d'une épidémie spontanée de campagnols et complètement inoffensif pour le *Mus decumanus* et le *Mus rattus*, est devenu peu à peu de plus en plus pathogène (par ingestion) pour ces espèces à la suite d'une série de passages alternés : 1° *in vitro* dans un bouillon de culture préparé avec la chair des animaux de ces espèces incomplètement digérée; 2° en sacs de collodion enfermés pour 24 heures dans la cavité péritonéale de ces animaux.

On arriva ainsi à obtenir des cultures dont une petite dose tuait par ingestion les campagnols et les souris blanches en 4 à 6 jours et les rats en 6 à 12 jours.

Ces cultures ont été conservées en ampoules scellées pendant 1 à 10 ans et essayées, quant à leur virulence, une ou deux fois par an. Elles ont conservé toujours leur virulence et sont même devenues un peu plus pathogènes pour les souris; en même temps, elles perdaient progressivement leur virulence pour les rats, de sorte qu'après 10 ans elles étaient devenues complètement avirulentes pour ces animaux.

Quand on faisait des passages *in vitro* d'une culture virulente pour les deux espèces, dans du bouillon ordinaire, la virulence pour les rats restait constante pendant 1 ou 2 ans, mais finissait aussi par diminuer et par disparaître au bout d'un temps plus ou moins long.

Ainsi on constate :

1° Que la substance microbienne virulente pour les souris est différente de celle qui est virulente pour les rats;

2° Que le microbe peut produire, accroître et perdre cette substance pathogène spécifique;

3° Qu'il a acquis progressivement cette propriété en se nourrissant de la *substance rat*, et qu'il l'a perdue en cessant de s'en nourrir.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 246, 535, 985; t. 164, 1917, p. 746.

En analysant ces faits d'expérience on est obligé d'admettre que, pour se nourrir de la *substance rat*, le microbe a été obligé d'apprendre à fixer cette substance par une affinité chimique spéciale, et le fait qu'il est capable de multiplier la substance fixatrice, même quand il est transporté dans un milieu nutritif non spécifique, nous oblige à admettre que cette fixation est intracellulaire.

Ainsi, en dernière analyse, la substance du microbe acquiert une affinité spécifique pour une *substance rat*, et c'est grâce à cette affinité acquise que le microbe, ou plus exactement sa substance spécifique, peut fixer et digérer la *substance rat* et la rendre assimilable.

Or, il est évident que les affinités doivent être toujours réciproques et que, par conséquent, la substance fixatrice du microbe devenue libre par bactériolyse (endotoxine) peut se fixer par la même affinité et provoquer des réactions de même nature sur les substances extra ou intracellulaires du rat, quand elle se trouvera dans l'organisme de cet animal.

La *substance rat* peut donc être considérée comme *un antigène* pour le paratyphique en question, et cet antigène provoque la formation d'un anticorps (substance fixatrice) exactement de la même façon et par le même mécanisme que la substance fixatrice du microbe devient *antigène* pour le rat et provoque dans l'organisme du rat la formation d'un *anticorps* spécifique.

On peut donc affirmer que le microbe devient pathogène pour une espèce animale exactement de la même façon et par le même mécanisme que l'organisme de cette espèce devient à son tour pathogène pour le microbe.

Le procédé que nous avons employé pour rendre virulent pour les rats le paratyphique primitivement pathogène seulement pour les campagnols ne s'applique pas seulement à ce cas particulier. Dujardin-Beaumetz a rendu virulente, pour le mouton et pour la chèvre, une culture de la péripneumonie qui était considérée comme exclusivement pathogène pour les bovidés, en cultivant ces microbes dans un bouillon préparé avec la chair et le sérum de mouton incomplètement digérés, et l'on savait depuis Pasteur que le charbon peut devenir avirulent et réacquérir la virulence perdue par des passages sur les animaux les plus sensibles.

Les processus peuvent varier dans chaque cas particulier, dans leurs détails, mais le principe doit être d'ordre général. La condition indispensable à un microbe pour devenir pathogène et à un organisme de produire un anticorps spécifique, consiste dans la pénétration, dans le milieu inté-

rieur du microbe ou dans celui de l'organisme, d'une substance à l'état colloïdal, c'est-à-dire incomplètement digérée et dont la cellule doit parfaire la digestion. Et c'est ainsi qu'un microbe que la digestion gastro-intestinale transforme complètement en acides-amines ne peut pas devenir pathogène par ingestion pour l'espèce qui a été capable de le digérer complètement et qu'un microbe nourri *exclusivement* avec des acides-amines provenant d'une albumine animale ne peut pas devenir pathogène pour cet animal.

La séance est levée à 16 heures.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 SEPTEMBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PÉTROLOGIE. — *Les péridotites des Pyrénées et les autres roches intrusives non feldspathiques qui les accompagnent.* Note (¹) de M. **A. Lacroix**.

Parmi les roches non feldspathiques qui font partie de la même série géologique que les ophites (²) des Pyrénées, seules les péridotites constituent des masses intrusives indépendantes.

Lherzolites. — Ces roches ont une composition minéralogique moyenne (olivine prédominante, bronzite, diopside chromifère, picotite) et une structure très constantes, sur lesquelles je n'insisterai pas, les ayant décrites antérieurement.

Je ferai seulement remarquer que dans la lherzolite de la vallée de Suc (Ariège), il existe des ségrégations de certains minéraux : olivine (Fontète rouge) ou pyroxènes; dans ce dernier cas, il y a prédominance de la bronzite (Porteteny près Vicdessos) ou du diopside chromifère (³) à plans de séparation nets suivant *p* (Fontète rouge); il en résulte des *websterites* analogues à celles de Webster (Caroline du Nord).

(¹) Séance du 27 août 1917.

(²) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 293.

(³) L'existence de cette roche fournit l'explication d'une erreur de J. de Charpentier sur la constitution de la lherzolite qui pendant 50 ans s'est maintenue dans la science. La lherzolite a reçu son nom de de La Métherie (1797), mais le premier auteur qui l'ait décrite est Le Lièvre (1787); celui-ci, avec une intuition remarquable, annonça qu'elle était composée par du péridot et identique aux nodules à olivine des basaltes. La monographie de Picot de Lapeyrouse (1788) vint embrouiller la question, et lorsqu'en 1812, J. de Charpentier la reprit, ce fut pour déclarer, en s'appuyant sur

Les analyses 1 à 3 montrent la fixité de composition du type commun de lherzolite. Les massifs de Moncaup, du Tuc d'Ess (Haute-Garonne) et du Moun-Caou (Basses-Pyrénées) sont formés par une lherzolite se distinguant du type normal par l'abondance de cristaux de bronzite, réunis par de l'olivine et de la bronzite (avec fort peu de diopside et de picotite), granulées par des actions mécaniques : la structure est porphyroclastique plutôt que porphyroïde. Malgré ces différences minéralogiques, la composition chimique (analyse 4) est à peu de chose près la même que dans le type normal; si l'on ne tenait compte que des caractères minéralogiques, on serait porté à considérer cette roche comme une harzburgite, mais j'estime que cette dénomination doit être réservée aux péridotites presque dépourvues de chaux et ne différant des dunites que par une quantité plus élevée de silice, cause de la production de la bronzite. La teneur en silice plus grande que dans la lherzolite caractérise la webstérite à bronzite dominante; elle est accompagnée (analyse 8) d'un léger accroissement des proportions de l'alumine et de la chaux avec diminution corrélative de la magnésie; l'exagération de ces deux dernières particularités, en même temps que l'augmention des alcalis, caractérise la webstérite à diopside dominant (analyse 9).

Cortlandites. — A Caussou, une péridotite à gros grain est formée d'olivine jaune et de hornblende noire (jaune orangé en lames minces), uniformément grenues [1]; il n'existe que des traces de diopside et pas de spinelle; à Argein, dans une roche de même composition, la hornblende constitue des cristaux de plusieurs centimètres englobant pœcilitiquement l'olivine. Ce sont là des *cortlandites*, ne se distinguant des lherzolites, au point de vue chimique, que par moins de magnésie, plus de chaux, de titane et d'alcalis (analyses 4 et 5); la roche de Caussou est plus alumineuse, celle d'Argein plus pauvre en silice et plus ferrugineuse. Dans les deux cas, l'augmentation de la chaux a suffi pour empêcher la production du spinelle, toute l'alumine entrant dans la hornblende.

---

l'autorité d'Haüy, que la lherzolite n'était que du pyroxène en roche. La collection d'Haüy renferme un échantillon étiqueté de sa main « lherzolite, pyroxène en roche »; or il est constitué non par la lherzolite, mais par le second type de webstérite décrit ci-contre; sa détermination était donc exacte, mais son extension à la lherzolite, faite par de Charpentier, ne l'était pas.

[1] Une très petite quantité de la même hornblende est fréquente comme accident minéralogique dans la lherzolite de la plupart des gisements pyrénéens.

Ces cortlandites sont à comparer à une roche de la série ancienne en dyke dans les schistes métamorphiques de l'étang du Diable (Saint-Barthélemy). D'énormes cristaux d'une amphibole d'un gris vert pâle y enveloppent de l'olivine, un peu d'hypersthène et de spinelle; ils sont associés à de la biotite et à du clinochlore (analyse 9).

Lherzolites (¹) : 1. (analyse ancienne complétée). Lherz, IV(V).1.'4.1.1; 2. Porteteny, IV'.1.4.1.1'; 3. Prades, IV(V).1.(4)(5).1.1; 4. à grands cristaux de bronzite, Moncaup, (IV)V.1.3'.1.1'; *Cortlandites :* 5. Caussou, IV.1'.4'.1.1'; 6. Argein, IV(V).(1)2.4.1'(1)2; 7. Étang du Diable, IV.1.4.(1)2; *Webstérites :* 8. Bronzite dominante, Porteteny, IV.1'.1.2(3).(2)3; 9. à diopside dominant. Fontête rouge, IV.1.1(2).2.3.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
SiO^2	44,64	44,10	43,10	45,08	43,44	39,80	43,46	51,96	51,70
Al^2O^3	5,85	6,95	4,79	5,00	6,22	4,38	6,84	7,58	6,90
Fe^2O^3	2.85	2,76	3,01	3,18	2,16	4,81	2,79	4,47	3,17
FeO	4,50	5,87	4,28	5,30	6,41	8,40	8,93	3,24	2,68
MgO	38,76	36,25	39,95	35,50	34,25	30,63	30,20	26,04	18,57
CaO	2,47	3.30	3,40	4,30	4,70	5,90	4,36	6,10	14,70
Na^2O	0,11	0,19	0,30	0,24	0,84	1,18	0,77	0,25	1,11
K^2O	0,07	0,14	0,17	0,13	0.25	0,73	0,63	0,14	0,17
TiO^2	»	tr.	n. d.	tr.	1,00	1,90	0,40	tr.	»
Cr^2O^3	0,20	0,10	0,11	0,16	0,06	0,09	»	»	0,11
P^2O^5	»	»	»	»	0,10	0,09	0,05	tr.	tr.
MnO	0,10	0,19	n. d.	0,17	»	»	»	»	0,11
H^2O à 105°	0,30	0,35	0,68	0,07	0,80	2,14	0,08	0,13	0,06
» au rouge				1,25			1,80	0,21	1,01
	99,85	100,20	99,79	100,38	100,23	100,05	100,31	100,12	100,29

Ariégites. — Dans les lherzolites de l'Ariège, il est fréquent de voir des bandes de couleur différente, constituées par des roches dépourvues de péridot et que j'ai désignées autrefois sous le nom d'*ariégite :* il s'agit là de différenciations effectuées sur place, mais ces mêmes roches forment aussi de véritables filons que je n'ai jamais observés en dehors de la lherzolite.

Les ariégites doivent être divisées en deux groupes. Le premier est constitué par du pyroxène monoclinique (diopside vert ou brunâtre à plans de séparation h^1) et beaucoup de spinelle vert; il existe parfois en outre de la bronzite et souvent un grenat pyrope, rosé ou jaunâtre, pouvant devenir très abondant (Pic de Géralde; Lherz). Ces ariégites sont à grain moyen, mais il existe aussi (Moncaup) des variétés pegmatoïdes; toutes présentent de fréquentes déformations mécaniques accompagnées de structure kélyphitique dans lesquelles apparaît un plagioclase basique (²).

(¹) Ces analyses et les suivantes ont été faites par M. Raoult, à l'exception de 1 et 13 dues à M. Pisani; elles complètent ou rectifient celles publiées en 1900.

(²) Voir *C. R. Congrès géologique international*, 1900, Paris.

Le second type se distingue par la présence de la même amphibole que dans la cortlandite; le spinelle peut manquer quand le pyrope devient très abondant.

La caractéristique chimique des ariégites est fort remarquable; elle réside en premier lieu dans la haute teneur non plus seulement de la magnésie, mais de la chaux, le rapport de ces deux oxydes étant d'ailleurs variable, l'ariégite du Moun Caou doit à sa richesse en magnésie (analyse 10) de renfermer plus de bronzite que de diopside, contrairement à ce qui s'observe dans tous les autres gisements. Une seconde caractéristique des ariégites consiste dans le pourcentage élevé en alumine qui entraîne l'abondance du spinelle et du grenat; il en résulte aussi que dans ces roches dépourvues de feldspath, au moins à l'état primaire, le calcul met en évidence une grande quantité de feldspaths virtuels, de telle sorte que si, au lieu d'être resté emprisonné dans des laccolites, le magma s'était épanché sous une forme volcanique, il eût donné des laves à facies basaltique. Les ariégites ont une composition chimique comparable à celle des basaltes mélanocrates que j'appelle *ankaramites*. Les ariégites amphiboliques renferment plus d'alcalis et surtout beaucoup de titane; elles établissent le passage aux hornblendites spéciales décrites plus loin.

La considération de ces roches montre le caractère artificiel de la division des roches éruptives en feldspathiques et en non feldspathiques, quand on demande à une classification des vues sur leurs relations magmatiques et non pas seulement sur leur composition minéralogique.

Des ariégites non amphiboliques ont été rencontrées ailleurs que dans l'Ariège; la roche de l'Oural, que M. Duparc a décrite sous le nom d'*ostraïte*, est une ariégite particulièrement riche en spinelle. C'est aussi à ce même type pétrographique que doivent être rapportées les roches grenatifères de la brèche diamantifère de l'Afrique australe; j'ai exprimé depuis longtemps ([1]) l'opinion que ce sont non des éclogites, mais des enclaves homœogènes de la kimberlite.

Ariégites : 10. riche en bronzite, Moun Caou, III.5.5.'5; 11. type normal, Lherz ['IV.5.4(5).'5]'IV.1.2.2.1; 12. riche en grenat, Pic de Géralde, ['IV.(5)6.4(5).'5] 'IV.1(2).2.2.(1)2; 13. transformée en kélyphite, Tuc d'Ess, 'III.5.(4)5.4-5; *Ariégites amphiboliques :* 14. avec un peu de plagioclase, Lherz; 'III.5.4(5).4-5; 15. à grenat, Escourgeat, III'.5.4.4-5; 16. riche en grenat et sans spinelle, Lherz, III'.'6.4.4-5 (passage aux lherzites).

([1]) *Bull. Soc. franç. Minér.*, t. 21, 1898, p. 21.

	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
SiO^2	41,78	49,44	45,14	44,50	42,22	46,00	42,30
Al^2O^3	16,22	10,86	12,94	16,84	18,73	14,49	13,71
Fe^2O^3	4,53	2,30	4,51	2,10	2,59	4,02	1,93
FeO	3,29	2,32	3,78	4,08	6,29	7,67	7,36
MgO	24,66	18,97	14,97	19,25	11,77	9,72	12,47
CaO	7,44	13,90	16,40	11,04	12,80	11,34	12,94
Na^2O	0,74	0,87	1,03	1,01	0,88	1,49	1,80
K^2O	0,15	0,10	0,15	0,20	0,38	0,51	1,07
TiO^2	0,90	0,40	0,40	0,10	3,00	3,50	4,60
P^2O^5	tr.	0,05	0,05	tr.	0,10	0,07	0,05
MnO	»	»	0,08	»	»	»	»
H^2O à 105°	0,06	0,05	0,04	0,80	0,04	0,12	0,11
» au rouge	0,53	1,04	0,55		1,36	1,21	1,91
	100,30	100,30	100,04	99,92	100,16	100,14	100,25

Hornblendites. — A Lherz, et dans la haute vallée de Suc (Escourgeat), j'ai rencontré des filons à gros grain formés uniquement par de la hornblende brune et de la biotite avec un peu d'ilménite (Escourgeat) et parfois en outre (Lherz) du grenat. Leur composition chimique est donnée par les analyses 17 et 18, auxquelles il faut joindre celle (19) d'une hornblendite d'Argein ne renfermant que de la hornblende avec un peu d'ilménite, de sphène et d'apatite. Ces roches sont un peu plus pauvres en silice que les ariégites, beaucoup plus riches en alcalis et aussi en titane.

Il est intéressant de constater que, contrairement à ce qui se passe dans la plupart des groupes pétrographiques, les termes de différenciation les plus basiques de la série pyrénéenne sont les plus riches en alcalis : l'existence d'une proportion notable de fluor montre l'influence des actions pneumatolytiques dans la genèse de ces roches, elle est à rapprocher de l'intensité des phénomènes de contact exomorphe de la lherzolite et de l'abondance des minéraux alcalins (dipyre), fluorés (micas) ou borés (tourmaline) développés dans les sédiments voisins.

Si l'on calcule la composition virtuelle de ces roches, on constate que, comme pour les ariégites, leur magma comprend de l'anorthite virtuelle, mais sa teneur en silice est insuffisante pour que les alcalis soient feldspathisables; le calcul met en évidence une quantité importante de néphéline et de leucite virtuelles. Ces roches, que je désigne sous le nom de *lherzite*, sont donc des formes hétéromorphes holomélanocrates du groupe de la théralite. Leur équivalent volcanique serait des *basanites* (téphrites à olivine), et c'est là un fait dont je tiens à souligner l'importance théorique. Beaucoup de pétrographes considèrent que les roches basiques à néphéline

caractérisent nécessairement des provinces pétrographiques alcalines; on voit ici les lherzites apparaître dans un cortège calco-alcalin et l'on comprend dès lors pourquoi dans certaines régions de Madagascar, dans l'Androy, puis sur les côtes nord-est (sud de Vohémar) et occidentale (régions de Mahanoro et de Vatomandry), des roches à néphéline (*ankaratrites*) constituent les termes les plus basiques d'une série franchement calco-alcaline (dellénites, andésites, basaltes normaux).

Il me reste à signaler un type de hornblendite que je n'ai rencontré qu'à Avezac-Prat (Haute-Garonne), en filon dans une lherzolite.

Cette roche était originellement pegmatique, mais elle a pris localement par actions dynamiques un grain fin : hornblende et augite, grands cristaux de sphène et d'apatite sont triturés et réunis par de l'ilménite qui joue le même rôle structurel que le fer nickelé dans les météorites. L'analyse 20 montre moins de silice, d'alumine, de magnésie, d'alcalis, beaucoup plus de fer, de chaux et de titane que dans les lherzites; il existe en outre une grande quantité d'acide phosphorique.

C'est un type spécial qui mérite un nom distinct (*avezacite*). Mais s'il ne peut être strictement comparé à aucune roche connue en place, il présente par contre une singulière ressemblance avec les *nodules à hornblende* des volcans basaltiques (Auvergne, etc.) (analyse 21). Or ces nodules à hornblende ([1]) sont accompagnés de nodules à olivine, ayant la même composition que la lherzolite et qui ont été amenés au jour par un magma basaltique de composition chimique comparable (III.5.4.4-5) à celle des ophites. On retrouve donc, dans cette série *volcanique*, exactement les mêmes associations pétrographiques que dans la série *intrusive* pyrénéenne et c'est par suite encore un argument qu'on pourrait présenter, s'il en était besoin, pour démontrer la parenté magmatique des ophites et des lherzolites.

Lherzites : 17. à biotite, Escourgeat, III.6(7).(3)4.'4; 18. à grenat, Lherz, III'.(6)7.(3)4.4; 19. Argein. III(IV).6.(3)4.4; 20. *Avezacite :* Avezac Prat. IV.3.1.2(3).'3; *Nodule à hornblende :* Le Coupet (Haute-Loire), IV.'3.1(2).2.2(3).

([1]) J'ai trouvé au milieu des scories du volcan de Tareyre (Haute-Loire) des bombes identiques à la cortlandite d'Argein. J'ai discuté autrefois (*Les enclaves des roches volcaniques* [1893]) les hypothèses émises pour expliquer les relations des nodules à olivine et des laves qui les ont amenés au jour : celle de la communauté d'origine magmatique, à laquelle je m'étais arrêté, dès cette époque, apparaît aujourd'hui comme la seule pouvant être prise en considération.

	17.	18.	19.	20.	21.
SiO^2	41,10	40,76	37,52	30,50	33,96
Al^2O^3	15,91	14,67	12,47	5,46	9,22
Fe^2O^3	1,58	1,04	5,36	14,53	10,31
FeO	6,55	6,58	11,12	8,23	10.02
MgO	14,36	15,62	10,48	6,50	8,71
CaO	10,70	11,30	13,10	17,50	15,46
Na^2O	2,29	2,39	2,19	1,12	1,60
K^2O	1,85	1,24	1,31	0,80	0,80
TiO^2	4,60	5,40	5,30	7,40	6,40
P^2O^5	0,07	0.08	0,52	4.55	2,55
F	0,36	0,27	»	0,34	0,21
Cl	»	»	»	0,23	0,13
H^2O à 105°	»	0,12	0,09	1,38	0,17
» au rouge	0,91	1,11	0,89	1,81	0,93
	100,28	100,58	100,35	100,43 (1)	100,47

M. A. Laveran, en présentant un volume, s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie d'un volume que je viens de publier; il a pour titre : *Leishmanioses*, et pour sous-titres : *Kala-azar*, *Bouton d'Orient*, *Leishmaniose américaine*.

Les leishmanioses ne sont pas des maladies nouvelles, mais c'est seulement en 1903 que les protozoaires, connus aujourd'hui sous le nom de *Leishmania*, qui sont les agents de ces maladies, ont été découverts.

Les leishmanioses affectent deux types cliniques principaux : la forme viscérale ou « kala-azar » et la forme cutanée ou « bouton d'Orient ». Il ne s'agit pas de maladies rares, spéciales à quelques régions des pays chauds, le kala-azar notamment a une grande extension à la surface du globe, non seulement en Asie et en Afrique, mais aussi dans l'Europe méridionale : Italie du Sud, Sicile, Malte, Grèce. La leishmaniose de la peau et des muqueuses est très répandue dans l'Amérique du Sud.

Bien que 14 années seulement se soient écoulées depuis la découverte des *Leishmania*, un grand nombre de travaux ont été publiés sur ces protozoaires et sur les maladies qu'ils produisent; il m'a semblé que le moment était venu de résumer dans un travail d'ensemble l'état de la question.

---

(1) Y compris MnO, 0,09.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie un volume imprimé grâce à une subvention accordée sur le *Fonds Loutreuil*.

Ce volume, relatif à la *Deuxième expédition antarctique française* (1908-1910) commandée par le Dr Jean Charcot, et publié sous la direction de M. L. Joubin, contient les documents scientifiques suivants : *Spongiaires*, par E. Topsent. — *Mollusques amphineures et gastéropodes*, par A. Vayssière. — *Crustacés schizopodes et décapodes*, par M. Coutière. — *Cumacés*, par M. W.-J. Calman. — *Acariens*, par M. A. Berlese. — *Minéralogie-Géologie*, par E. Gourdon.

MM. **Chauvenet, Henri Froidevaux** adressent des remercîments pour la subvention qui leur a été accordée sur le *Fonds Bonaparte* en 1917.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le Tome I (Mémoires) des *Annales du Bureau central météorologique de France pour* 1911, publiées par A. Angot, Directeur.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un nouveau procédé d'évaluation numérique des coefficients des séries.* Note (¹) de M. **Michel Petrovitch.**

L'évaluation numérique des coefficients d'une série de puissances se fait par des procédés usuels, soit en calculant *individuellement* chaque coefficient par une formule explicite $a_n = \varphi(n)$ où l'on fait successivement $n = 0, 1, 2, \ldots$, ou bien en calculant a_n à l'aide de la suite déjà connue de coefficients $a_{n-1}, a_{n-2}, \ldots$ par une *formule de récurrence* $a_n = \varphi(n, a_{n-1}, a_{n-2}, \ldots)$.

Le procédé indiqué dans la présente Note *consiste à calculer tous les coef-*

(¹) Séance du 10 septembre 1917.

ficients a_1, a_2, a_3, ... à l'aide de la suite de décimales successives d'une seule expression numérique rattachée à la fonction à développer. Il s'applique :

1° A toutes les fonctions $f(x)$ dont les coefficients du développement

$$f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots \tag{1}$$

sont tous des *nombres entiers* (que, pour fixer les idées, nous supposerons réels);

2° A toutes les fonctions $f(x)$ dont les coefficients du développement (1) se laissent *entiériser* par une opération déterminée $\Delta[f]$ effectuée sur la fonction $f(x)$, en ce sens que le résultat de cette opération soit une série

$$\Delta[f] = \lambda_0 + \lambda_1 x + \lambda_2 x^2 + \ldots \tag{2}$$

à coefficients λ_n *tous entiers*, en relation déterminée $\Omega = 0$ avec les coefficients a_n.

Il existe de telles *opérations entiérisantes* $\Delta[f]$ dans une foule de cas. Ainsi :

1° Dans le cas des a_n tous entiers on a $\Delta[f] = f$; lorsqu'ils n'ont qu'un nombre limité de décimales, on aura

$$\Delta[f] = 10^g f, \qquad (a_n - 10^{-g}\lambda_n = 0),$$

g étant un entier convenablement choisi;

2° Pour toute fonction algébrique $f(x)$ développable en série (1) à coefficients commensurables, on a

$$\Delta[f] = f(Nx), \qquad N^n a_n - \lambda_n = 0,$$

N étant un entier convenablement choisi (théorème d'Eisenstein);

3° Lorsque a_n est la racine carrée d'un nombre entier, on aura, d'après un théorème connu,

$$\Delta[f] = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} [\operatorname{mod} f(re^{ti})]^2\,dt \qquad (a_n^2 - \lambda_n = 0);$$

4° Pour

$$a_n = \frac{\lambda_n}{(\alpha + n\beta)^k},$$

on a

$$\Delta[f] = \frac{1}{(k-1)!}\int_0^{\infty} t^{k-1} e^{-\alpha t} f(xe^{-\beta t})\,dt \qquad [(\alpha + n\beta)^k a_n - \lambda_n = 0]$$

(avec les restrictions évidentes pour les constantes α, β, k);

5° Pour

$$a_n = \frac{\lambda_n}{1.2\ldots n},$$

on aura

$$\Delta[f] = \int_0^\infty e^{-t} f(xt)\,dt \qquad (n!\,a_n - \lambda_n = 0);$$

6° Le facteur ω_n étant choisi de manière que le produit $\omega_n a_n$ soit un nombre entier et que la série

$$\varphi(x) = \omega_0 + \omega_1 x + \omega_2 x^2 + \ldots$$

converge pour $|x| \leqq 1$, on aura (d'après la formule de Parseval)

$$\Delta[f] = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f(x e^{ti})\,\varphi(e^{-ti})\,dt \qquad (\omega_n a_n - \lambda_n = 0);$$

7° On connaîtra $\Delta[f]$ pour les diverses combinaisons de cas précédents, etc.

Formons l'expression intégrale

$$V(r, q, \alpha, \beta) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} [f(r e^{ti}) - f(0)]\,\chi(e^{-ti})\,dt$$

des Notes précédentes (¹) en y remplaçant la fonction $f(x)$ par l'expression $\Delta[f]$, ci-dessus indiquée, rattachée à la fonction f considérée. L'expression V ainsi obtenue apparaîtra sous la forme d'une intégrale définie simple ou multiple, ou même, dans certains cas généraux, sous la forme explicite finie.

Des résultats démontrés dans nos deux Notes citées s'ensuit le théorème suivant, résumant le procédé de calcul que nous avons en vue :

Le coefficient a_n ($n = 1, 2, 3, \ldots$) de la série

$$f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots$$

sera la solution en a_n de l'équation $\Omega = 0$ (ordinaire ou fonctionnelle) après y avoir remplacé λ_n par le nombre entier composé du groupe de décimales de V formé de la $\left[\frac{n(n-1)}{2}h + 1\right]^{\text{ième}}$ jusqu'à la $\left[\frac{n(n+1)}{2}h\right]^{\text{ième}}$ décimale inclusivement (le nombre entier h étant choisi comme il a été indiqué dans les Notes citées).

(¹) *Sur quelques expressions numériques remarquables* (*Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 716); *Théorèmes arithmétiques sur l'intégrale de Cauchy* (*Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 780).

On peut ainsi déterminer les *valeurs exactes* d'un nombre voulu de coefficients $a_1, a_2, a_3, \ldots$ à l'aide de la seule valeur *suffisamment approchée* de l'expression numérique V : pour avoir les m premiers coefficients a_k, il est nécessaire et suffisant de connaître la valeur numérique de V avec

$$\frac{m(m+1)(2m+1)+3m(m+1)}{12}h$$

décimales exactes.

Dans le cas où les coefficients a_n sont tous des *nombres entiers*, une valeur suffisamment approchée de V fournit, *du même coup et sans aucun calcul supplémentaire*, les valeurs *exactes* d'autant de coefficients a_k qu'on voudra : en désignant par H_k le nombre entier composé du groupe de décimales de V commençant par le premier chiffre significatif qui suit la $\left[\frac{k(k-1)}{2}h\right]^{\text{ième}}$ et finissant par la $\left[\frac{k(k+1)}{2}h\right]^{\text{ième}}$ décimale de la valeur numérique de V, *le coefficient a_k coïncide avec l'entier H_k de même rang.*

Comme il a été indiqué dans les Notes précédentes, l'intégrale V peut être remplacée par diverses autres qui lui sont équivalentes et même, dans certains cas, par des expressions formées à partir de la fonction $f(x)$ à l'aide des opérations arithmétiques élémentaires (cas où les coefficients entiérisés ne croissent pas indéfiniment avec leur rang).

On voit par ce qui précède comment certaines données *assez vagues* sur les coefficients d'une série de puissances correspondant à une fonction donnée sous une forme analytique autre que cette série (par exemple sous la forme explicite finie, sous la forme d'une intégrale définie simple ou multiple, comme intégrale d'une équation différentielle ou fonctionnelle, etc.) permettent de *déterminer complètement tous ces coefficients* à l'aide de la suite de décimales successives d'une seule expression numérique.

Ces considérations s'appliquent manifestement à des séries autres que celles de Taylor, par exemple aux séries exponentielles ainsi qu'à des séries multiples. Elles seront développées dans un Mémoire plus étendu.

PHYSIQUE. — *L'effet thermo-électrique par étranglement.* Note [1] de M. **Carl Benediks**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Dans une Note antérieure [2] j'ai établi l'existence d'un nouvel effet thermo-électrique, dont les conditions de production peuvent être ainsi

---

[1] Séance du 10 septembre 1917.

[2] *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 751.

définies : *Dans un circuit métallique homogène, une distribution asymétrique des températures donne naissance à une force électromotrice.* Cet énoncé est contraire à la loi de Magnus [1].

La méthode employée dans nos premières recherches mettait à profit la possibilité d'obtenir, par des forces électromotrices même très faibles, des courants de grandeur considérable en employant des circuits de très faible résistance. Depuis j'ai réussi à rendre cet effet observable avec des galvanomètres ordinaires, par exemple avec un galvanomètre de haute sensibilité, donnant 1^{mm} de déviation à 254^{cm} pour une force électromotrice de $5,3.10^{-8}$ volt et possédant une résistance intérieure de 12,7 ohms.

Dans une première expérience, un câble en cuivre composé de 135 fils de $0^{mm},7$ a été desserré sur quelques centimètres de longueur et les fils ont été étalés dans un plan. Deux lames de cuivre, larges de quelques millimètres et pliées en U, ont été serrées à 2^{mm} de distance sur le faisceau étalé des fils, en interposant, pour l'isolement électrique, des lames de mica.

Les bouts du câble étant reliés au galvanomètre, on chauffe, au moyen d'une flamme très petite, l'extrémité d'une des lames de cuivre. Le galvanomètre dévie immédiatement de 20^{mm}, le courant allant de la pince froide à la pince chaude.

Pour réaliser des flammes de gaz d'un diamètre de $0^{mm},5$ et au-dessous, qui ont été très utiles dans ces expériences, on s'est servi de tubes de silice étirés en capillaires très fins et très courts. L'incandescence de l'orifice empêche l'extinction.

On obtient des résultats plus nets encore, en employant un fil de platine recuit de $0^{mm},10$ de diamètre, sur lequel on fond une perle de verre de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre. En chauffant, avec le microbec de silice, le fil au voisinage immédiat de la perle, on obtient facilement des déviations de 250^{mm}. Les forces électromotrices ainsi décelées sont de l'ordre de grandeur du microvolt.

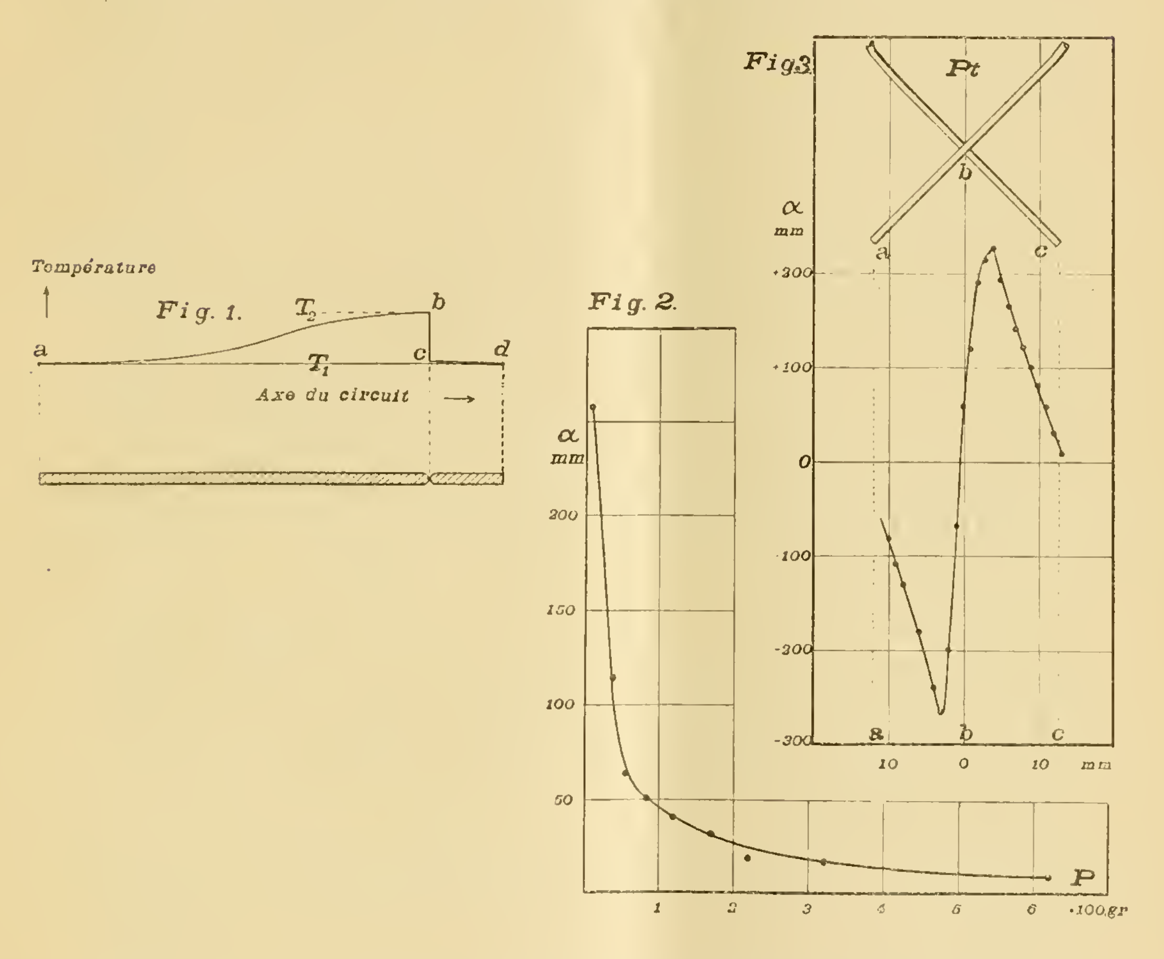
Un artifice très simple permet d'augmenter encore la grandeur de ces forces de façon à les rendre mesurables avec des galvanomètres à haute résistance et à faible sensibilité. Il est clair qu'une distribution de la température du circuit, représentée par une courbe telle que *abcd* (*fig.* 1), c'est-à-dire une chute de température très lente d'un côté et très brusque de l'autre, remplirait les conditions idéales. On peut s'en rapprocher indéfiniment en coupant en deux le conducteur et rétablissant le contact par un

---

[1] Voir E. Mascart et J. Joubert, *Leçons sur l'Électricité*, 1896, 2e éd., t. I, p. 314.

seul point. On réalisera de part et d'autre de ce point de contact une chute de température d'autant plus brusque que la surface de contact sera moins étendue.

On a pris un fil de platine de $0^{mm},1$ de diamètre, fortement recuit par le passage préalable d'un courant suffisamment énergique. Les deux bouts de ce fil étant réunis aux bornes d'un galvanomètre, on s'assure que le



chauffage direct en un point quelconque de la partie médiane ne donne pas de déviations importantes. Après quoi le fil est coupé au milieu et les extrémités libres de chacune des moitiés sont fixées le long d'une tige de porcelaine, c'est-à-dire d'un corps non conducteur de l'électricité et d'une capacité calorifique suffisante pour maintenir un certain temps le fil chaud à la température voulue. L'un des bouts est alors chauffé et est placé en

contact avec l'autre bout qui est resté à la température ambiante, de façon à former une croix. On observe des forces électromotrices de l'ordre du millivolt, c'est-à-dire dix fois plus importantes que celle des expériences précédentes.

Les résultats varient considérablement avec la pression qui maintient les deux fils en contact. La force électromotrice décroît quand la pression augmente, parce que l'augmentation de la pression accroît l'étendue des surfaces de contact. La figure 2 donne les résultats obtenus avec une croix formée par des fils de 1^{mm} de diamètre, chauffés d'une façon constante, mais soumis à des pressions croissantes.

On pourrait craindre qu'une mince couche d'air interposée aux points de contact ou l'existence d'une pression intervienne dans le développement de la force électromotrice. On lève cette objection en soudant les deux fils en croix par une pression suffisante exercée pendant qu'ils sont chauffés au blanc et opérant ensuite sur les fils ainsi soudés sans exercer sur eux aucune pression. Avec des fils de $0^{mm},25$ de diamètre, soudés comme le représente la figure 3, on obtient, en promenant la microflamme suivant le trajet *abc*, les déviations portées sur le bas de la même figure. La faible déviation correspondant au point central tient à ce que le fil *bc*, étant au-dessous de *ab*, est plus fortement chauffé.

Une croix en graphite avec des cylindres de 2^{mm} de diamètre donne pour une différence de température de 18° une force électromotrice de 0,12 millivolt.

Une croix de fils de tungstène de $0^{mm},22$ chauffée avec une microflamme de 5^{mm} de hauteur, à une température évaluée à 900°, a donné une force électromotrice de 19 millivolts. On rappellera, comme terme de comparaison, que le couple thermo-électrique Pt-Pt, Rh 10 pour 100 donne une force électromotrice voisine de 10 millivolts pour une température de 1000°, de la jonction chaude.

Enfin, par le contact de fragments anguleux d'un ferro-silicium à 50 pour 100 de silicium, on a obtenu des déviations énormes. C'est là un fait important pour la théorie des redresseurs de contact de la télégraphie sans fil.

Les fils en métaux oxydables : cuivre, fer, tantale, etc. donnent lieu à des perturbations importantes et même au renversement du sens du phénomène; mais il est facile de faire disparaître ces anomalies en frottant les deux fils l'un contre l'autre de façon à détruire la couche d'oxyde au point de contact.

PHYSIQUE. — *Sur la méthode de stéréoscopie monoculaire particulièrement applicable à la radiographie.* Note [1] de MM. **J.-B. Tauleigne** et **G. Mazo**, transmise par M. d'Arsonval.

La question de la stéréoscopie monoculaire a suscité de très nombreuses controverses, les uns en affirmant la possibilité et les autres la niant. On semblait s'être mis d'accord en admettant que la vision monoculaire pouvait donner, dans quelques cas, une certaine sensation de relief d'ordre tout psychique, n'ayant donc aucun caractère physique et ne permettant aucune mesure.

Le problème de la radiostéréoscopie dont nous avons poursuivi l'étude depuis trois ans, en vue surtout de son application à la chirurgie de guerre, nous a amenés à reprendre la question de la stéréoscopie monoculaire.

En effet toutes les tentatives faites par d'autres ou par nous, pour mettre au point la vision binoculaire du relief sur un écran radioscopique, en ont démontré la possibilité, mais aussi les très nombreuses difficultés pratiques.

Pour notre propre compte, après avoir essayé la double émission, tant par deux tubes que par un tube unique à double anticathode, après avoir réalisé la fusion du couple par les méthodes les plus diverses (miroirs, prismes, obturateurs synchrones, etc.), nous sommes arrivés à cette conclusion qu'il serait difficile, sinon impossible, de faire adopter l'un quelconque de ces systèmes au moins pendant la durée de la guerre, à cause des modifications très importantes qu'elles apportent à l'outillage ordinaire du radiographe.

Dès lors, il s'agissait de s'assurer d'une manière définitive si l'on pourrait obtenir une sensation de relief véritable sans apporter de modification notable à cet outillage.

Les résultats de nos recherches nous permettent aujourd'hui de répondre par l'affirmative et il est certain que l'on peut, avec un tube ordinaire et par conséquent une émission unique, sans aucun appareil d'observation devant les yeux, obtenir un relief vrai, physique, mesurable et pouvant par conséquent servir à une localisation précise des projectiles dans le corps des blessés.

Notre procédé comporte deux parties : la création de l'image parallactique et son observation. Il est évident qu'une image *unique*, absolument *fixe*, ne peut donner, dans aucun cas, une sensation de relief vrai. Mais si l'on imprime, soit à l'objet soumis à l'examen, soit au foyer d'émission

---

[1] Séance du 16 juillet 1917.

radiogène, un déplacement angulaire de petite amplitude et de période comprise entre une seconde et un tiers ou un quart de seconde, avec un axe de déplacement tel que l'un au moins des plans du sujet demeure fixe sur l'écran, les autres plans subissant une déviation d'autant plus grande qu'ils sont plus éloignés de ce plan fixe initial, on aura créé une image qui contient tous les éléments d'une vision stéréoscopique.

Reste la question de l'observation : un premier fait singulier, quoique parfaitement rationnel, démontre que, si l'on observe une telle image avec les deux yeux, aucune sensation de relief n'apparaît : le mécanisme de la vision binoculaire annihile totalement l'effet recherché par le mécanisme précédent, car il plaque immédiatement sur l'écran tous les éléments de l'image en mouvement. Un second fait, rationnel aussi, mais plus étonnant encore, démontre que, si l'on observe ladite image *avec un seul œil*, le relief jaillit aussitôt, provoquant une sensation intense de diversité de plans, physiquement exacte, comme toutes les observations permettent de le contrôler. Un troisième fait, également curieux, est le suivant : le relief apparaît indifféremment direct ou renversé, suivant les dispositions du moment de l'observateur. Il suffit de fermer ou de rouvrir l'œil qui observe pour avoir successivement les deux aspects de l'image en relief. Si plusieurs observateurs regardent simultanément l'image, tous voient nettement le relief, les uns en direct, les autres en pseudo. Il semble que ce détail devrait introduire un élément d'erreur. Il n'en est rien. D'abord, parce que ce renversement de l'image ne trouble point *l'ordre relatif* des plans et n'empêche pas une localisation exacte. Souvent même il y a un élément précieux de contrôle, l'un des aspects de l'image confirmant les observations faites sur l'autre.

De plus, il est parfaitement possible d'obtenir un aspect toujours identique si on le désire. Il n'y a dans ce cas qu'à faire mouvoir le tube radiogène au lieu de faire mouvoir l'objet. Dans ce cas, ce sont toujours les points les plus rapprochés de l'écran qui restent immobiles et les plans les plus rapprochés de la source lumineuse qui ont le plus grand déplacement et, de ce fait, paraissent les plus rapprochés de l'observateur. Dès lors, on a constamment le relief pseudo et l'observateur voit l'image du corps comme si son œil était à la place du focus de l'ampoule.

Il semblerait d'abord que, le relief monoculaire étant perçu par un mécanisme physiologique très différent de celui de la vision binoculaire (où les distances sont appréciées par l'effort d'accommodation des yeux cherchant à opérer la fusion successive des divers plans), un apprentissage préalable

de l'œil devrait être nécessaire dans la nouvelle méthode. Il n'en est rien : dès la première expérience, tout observateur a immédiatement la sensation stéréoscopique. Néanmoins, l'habitude apporte un grand perfectionnement dans la pratique de cette nouvelle vision. Et au bout de quelques jours l'observateur est aussi capable de différencier les plans que s'il se servait de la vision binoculaire ordinaire.

Dans la pratique, on conçoit facilement les avantages d'un pareil système. Aucune modification essentielles à apporter aux postes de radiographie.

Un dispositif quelconque permettant de faire osciller lentement le tube de droite à gauche ou de haut en bas, même à la main, voilà tout le mécanisme nécessaire.

Le procédé est donc appelé à rendre *immédiatement* de grands services pour la localisation *radioscopique* des projectiles, et plus encore pour les *extractions sous l'écran*, où le chirurgien sera renseigné d'une manière infaillible par la vision simultanée dans l'espace de la position de sa sonde et de celle du projectile.

RADIOSCOPIE. — *Nouvelle méthode d'extraction sous écran radioscopique : procédé des concordances ou des ombres liées.* Note (¹) de M. **Mazérès**.

Le procédé des concordances permet, sans outillage spécial, d'aborder le corps étranger dans n'importe quel sens, de se diriger sûrement vers lui, sans souci du rayon normal et du déplacement du malade. L'extraction du projectile peut être faite par la voie d'entrée d'une manière extra-rapide, avant qu'il soit encapsulé de tissus fibreux.

Technique. — Le point d'intervention choisi, placer le malade sur la table radiologique, inciser la peau en boutonnière, introduire une pince fermée, mettre l'écran en position, procéder au deux temps de la méthode : orientation de la pince et poussée, prise.

1° Orienter la pince de sorte que l'image de son axe passe, prolongée, par celle du projectile; une fléchette sur l'écran permet de faire instantanément cette visée et de la repérer. Décaler l'ampoule. Si le prolongement de la nouvelle image de la pince coupe la deuxième image du

(¹) Séance du 30 juillet 1917.

projectile, pousser la pince suivant son axe et arriver jusqu'au contact du corps étranger. Si ce prolongement passe entre les deux images du projectile, abaisser la pointe de la pince, orienter son axe vers la deuxième image du corps étranger; décaler à nouveau l'ampoule jusqu'à liaison des images, quelle que soit la position du focus. Si le prolongement de l'axe de la pince passe au delà de l'intervalle des deux images du projectile, relever la pointe de la pince dirigée trop bas, l'orienter à nouveau vers l'image du corps étranger, déplacer l'ampoule et répéter la manœuvre jusqu'à liaison des images.

2° La pince étant au contact du projectile, le déplacer par poussée, disposer les mors de façon que leurs images se superposent sur l'écran, les écarter, décaler l'ampoule. Le projectile doit apparaître entre les mors: pincer. S'il apparaît au-dessous, reculer la pince, la fermer, abaisser sa pointe, répéter la manœuvre. S'il apparaît au-dessus, reculer, fermer, relever la pointe, répéter la manœuvre.

Théorie. — Le focus en première position et la tige de la pince déterminent un plan qui coupe l'écran suivant une ligne : l'ombre de la pince. Orienter la pince, c'est déplacer ce plan de façon que le corps étranger s'y trouve : sur l'écran son image se profile alors sur le prolongement de l'image de l'axe de la tige; mais la tige peut être dirigée trop haut ou trop bas ou suivant le corps étranger. Si elle est en bonne direction, le plan focus-tige, quand on mobilise le focus, pivote autour de l'axe de la pince qui, prolongée, passe par le corps étranger, c'est-à-dire pivote autour de la ligne tige-corps-étranger : les ombres restent « liées » sur l'écran, c'est-à-dire en concordance. Si elle est dirigée trop bas l'axe de rotation constitué par la tige passe au-dessous du corps étranger qui, plus près de l'écran, a son image moins déplacée que celle de l'axe de la pince; celle-ci tombe en dehors de l'intervalle des deux images du projectile. Si elle est dirigée trop haut, l'axe de rotation (tige) est au-dessus du corps étranger qui, plus loin de l'écran, à son image plus déplacée que celle de l'axe de la pince; celle-ci coupe l'intervalle des deux images du projectile.

Par cette méthode, on peut orienter une tige directrice; on peut se servir d'une curette ou de tout autre instrument. La manipulation devient vite réflexe. En remplaçant le focus par une source lumineuse, le projectile par une tête d'épingle, il est possible de s'entraîner à la manipulation et d'interpréter le phénomène spontanément.

ZOOLOGIE. — *Sur un Nématode nouveau*, Aproctonema entomophagum *n. g., n. sp., parasite d'une larve d'un Diptère.* Note [1] de M. D. Keilin.

Les larves de *Sciara pullula* Winn. [2] montrent souvent un grand corps laiteux (*f*, *fig.* 1), qui remplit la cavité générale. C'est la femelle d'un Nématode parasite, remplie d'œufs. Ces larves contiennent, en même temps, un ou plusieurs autres corps, très plissés et munis, à un de leurs bouts, d'un spicule chitineux. Ce sont des mâles (*m*, *fig.* 1) du même Nématode, peu mobiles et rétractés après l'accouplement.

Femelle. — La femelle mûre mesure 5^{mm} à 6^{mm} de longueur, sur $0^{mm},25$ à $0^{mm},32$ de largeur; elle est blanche, de consistance très molle et extrêmement fragile. Extraite de son hôte, elle est très peu mobile. Ses organes internes sont surtout faciles à voir sur les formes jeunes, avant la maturité génitale (*fig.* 3). La bouche, très petite, conduit vers l'œsophage (*œ*), qui, d'abord droit, fait une anse et, s'élargissant brusquement, se dirige en arrière; sa lumière est excessivement étroite. A l'œsophage fait suite l'intestin *i*, qui, après avoir envoyé un diverticule en avant (*d*), passe en arrière, longe la ligne médio-dorsale et se termine vers l'extrémité postérieure du corps; composé de grandes cellules, remplies de substances de réserves et disposées autour d'un cordon sans lumière, il est modifié en un corps gras (cf. Mermis, *Atractonema gibbosum* Leuckart). Il n'y a pas d'anus. Il y a deux ovaires (*ov.*), situés vers les deux extrémités opposées du corps. Les deux utérus, allongés chez la femelle âgée, s'élargissent dans leurs parties distales, en deux réservoirs (*u.s.*), qui, lors de l'accouplement, se remplissent de spermatozoïdes. Ces parties élargies se réunissent en un tube commun, l'ovéjecteur, très court et s'ouvrant à l'extérieur, au sommet d'une vulve (*v*), peu saillante.

Mâle. — Le mâle mûr (*fig.* 4) mesure avant l'accouplement $1^{mm},9$ sur $0^{mm},1$; son corps transparent est aussi très fragile et son tégument très mince. L'appareil digestif a la même structure que chez la femelle. L'appareil génital est composé d'un testicule (*t*), occupant environ les trois cinquièmes de la longueur totale du corps. Vers le milieu de sa face ventrale, le testicule reçoit le canal éjaculateur (*c. ej.*) qui longe la ligne médio-ventrale du corps et arrive vers le bulbe du spicule copulateur (*sp.*); ce dernier est unique et bien développé.

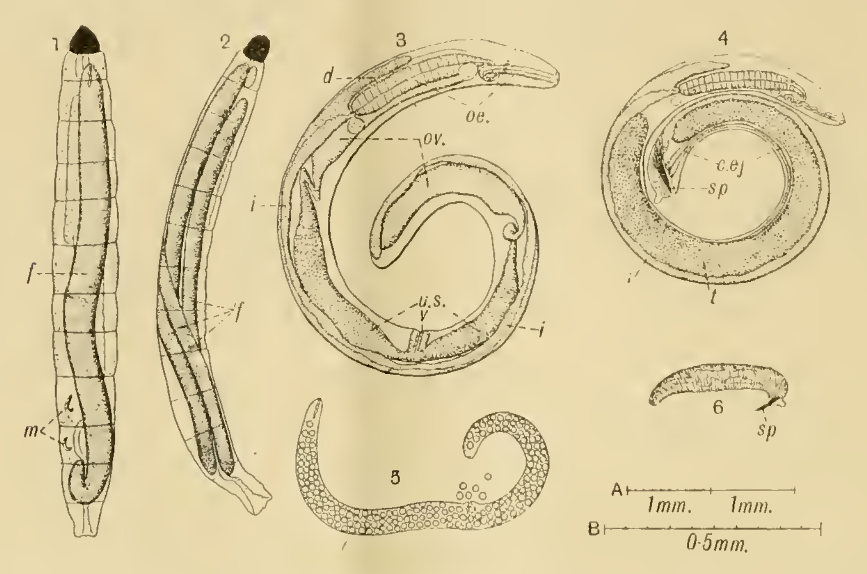
Biologie. — L'accouplement a lieu dans le corps de l'hôte, quand la femelle du Nématode est encore très jeune. Après l'accouplement, le mâle se rétracte (*m*, *fig.* 1 et 6); sa peau se plisse; il devient de moins en moins mobile et finit par dégénérer; la femelle, par contre, s'accroît beaucoup.

---

(1) Séance du 3 septembre 1917.

(2) Des larves de cette espèce, dont je dois la détermination à M. F.-W. Edwards, creusent des galeries dans le bois mort (Cambridge; forêt de Sénart).

A maturité, elle rompt la peau de son hôte et, sitôt libre, commence à expulser les œufs, un par un, restant toujours dans la petite galerie du bois creusée par la larve. Ces œufs recouvrent complètement le corps du Nématode, qui se rétracte peu à peu et, après la ponte, meurt. Les larves de *Sciara* infectées tardivement se transforment en nymphes et imagos. Toutes les *Sciara* adultes parasitées que j'ai trouvées jusqu'ici



1. Larve de *Sciara pullula*, montrant par transparence une grosse femelle (*f*) du Nématode et deux petits mâles (*m*). — 2. Larve de *Sc. pullula*, avec quatre femelles du Nématode. — NÉMATODES : 3. Jeune femelle après l'accouplement. — 4. Mâle mûr, avant l'accouplement. 5. Femelle avec les œufs mûrs. — 6. Mâle, après l'accouplement, mais encore vivant. — Échelles des grossissements : A, pour les figures 1, 2 et 5; B, pour les figures 3, 4 et 6. — c. *ej.*, canal éjaculateur; *d*, diverticule antérieur de l'intestin; *i*, intestin; *ov.*, ovaire; *t*, testicule; *sp.* spicule copulateur; *u.s.*, partie élargie de l'utérus, remplie de spermatozoïdes chez la femelle très jeune; *v*, vulve.

étaient des femelles. Dans ce cas, quand le parasite est mûr, la femelle de *Sciara* se pose sur le bois, allonge l'abdomen et insinue son extrémité postérieure dans une crevasse, entre les fibres du bois. Dans cette position, elle contracte son abdomen et donne l'impression d'une femelle normale qui pond. Si l'on écarte les fibres du bois, on voit, entre les segments terminaux de l'abdomen dévaginé de la *Sciara*, une petite hernie mobile, qui se rompt tout d'un coup et laisse échapper le parasite. Une fois sorti, le Nématode expulse ses œufs, comme dans le cas précédent. Très souvent, on trouve des femelles de *Sciara* qui, n'ayant pu libérer leur abdomens, sont mortes dans cette position et décèlent les endroits où se trouvent les

Nématodes avec leurs pontes. La femelle de *Sciara* se comporte donc envers son parasite comme vis-à-vis sa propre progéniture.

Une seule *Sciara* (larve ou adulte) peut fournir 1 à 5 Nématodes femelles. Quand un hôte renferme plusieurs de ces femelles (*fig.* 2), celles-ci sont plus petites et renferment moins d'œufs mûrs. Les œufs, une fois pondus, se contractent, expulsent les deux globules polaires et commencent à se segmenter: quelques jours après, ils renferment un jeune Nématode, mobile, enroulé en spirale. Le plus jeune Nématode que j'aie rencontré dans l'hôte est identique à ceux qu'on peut extraire des œufs. L'infection de l'hôte se produit probablement par la peau; car les larves de *Sciara*, qui présentent les jeunes parasites, portent aussi, sur leur cuticule, de petites cicatrices, en forme de taches noires.

Ce Nématode, que je nomme *Aproctonema entomophagum* n. g., n. sp. et qui diffère sensiblement des autres genres connus, tant par sa structure que par son cycle évolutif, ne peut guère être rapproché que de quelques formes aberrantes, telles que *Mermis*, *Allactonema*, *Bradynema*, *Atractonema* et *Sphærularia*, toutes parasites des Insectes.

PARASITOLOGIE. — *Les Anophèles français, des régions non palustres, sont-ils aptes à la transmission du paludisme?* Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. A. Laveran.

La distribution géographique des Anophèles déborde notablement en Europe celle de l'endémicité palustre. Sur le territoire français, en particulier, non seulement leur persistance en grand nombre, dans les régions anciennement insalubres comme les Dombes, la Sologne, etc., a été mise en évidence par différents auteurs, mais même on peut affirmer leur existence constante partout où l'on prend soin de les rechercher systématiquement.

Cependant, les épidémies palustres ne semblent pas avoir reparu d'une façon notable durant ces dernières années, malgré un constant apport de virus dû aux paludéens coloniaux. On pouvait dès lors penser que l'extinction du paludisme dans nos régions y était liée à une sorte d'immunité naturelle des Anophèles. Grassi, Schaudinn et d'autres auteurs ont ainsi admis l'existence de races de Moustiques spontanément réfractaires à l'infection palustre, et dont le rôle aurait été prépondérant dans la disparition progressive de l'endémie. On a même pu fonder espoir sur la diffusion artificielle de ces races pour la prophylaxie antipaludique.

J'ai recherché si cette opinion était fondée en soumettant à l'infestation expérimentale des moustiques (*Anopheles maculipennis*) recueillis à l'état de larves dans la région parisienne. Les porteurs de virus qui se sont bénévolement offerts aux expériences étaient des soldats de l'armée d'Orient en convalescence ou en traitement pour paludisme à l'Institut Pasteur. Sur six expériences actuellement réalisées, *quatre* ont donné des résultats positifs.

I. *Expériences portant sur* Plasmodium vivax *Gr. et Fel. ou var.* tertiana *Lav.* (*tierce bénigne*). — Dans une première expérience, quatre *Anopheles maculipennis* provenant de Versailles (pièce d'eau des Suisses) ont piqué, les 13 et 16 août, deux malades porteurs de gamètes non rares. Résultat : *les quatre moustiques se sont infectés*. Les sporozoïtes ont été visibles dans les glandes salivaires à partir du onzième jour.

Dans une deuxième expérience, quatorze moustiques originaires du bois de Meudon ont été nourris, du 18 au 28 août, sur quatre malades différents, porteurs de gamètes rares ou très rares. Résultat : *trois moustiques se sont infectés*. Les sporocystes étaient peu nombreux, l'infection salivaire faible.

II. *Expériences portant sur* Plasmodium præcox *Gr. et Fel. ou var.* parva *Lav.* (*tierce maligne*). — Six moustiques provenant du bois de Meudon ont piqué le 30 août un malade porteur de *croissants* rares (un seul repas infectant). Résultat : *les six moustiques se sont infectés*. L'infection était moyennement intense (une dizaine de sporocystes visibles).

Trois moustiques de même origine ont été nourris le 3 septembre sur un malade porteur de *croissants* non rares (3 pour 100 leucocytes). Le repas infectant est resté unique. Résultat : *les trois moustiques se sont infectés* (infection assez intense : une quinzaine de sporocystes visibles).

Deux autres expériences, effectuées dans les mêmes conditions, sont restées négatives, mais on peut affirmer que dans ces cas les échecs étaient liés non pas à l'immunité des moustiques, mais à la non-infectiosité des malades. Lorsque les moustiques se gorgent normalement sur des paludéens aptes à la transmission, ne présentant même qu'un nombre de gamètes dans le sang inférieur à 3 pour 100 leucocytes, les Anophèles parisiens *s'infestent dans la proportion de* 100 *pour* 100.

On pouvait se demander si les Anophèles parisiens porteurs des sporozoïtes du *Plasmodium* macédonien étaient réellement pathogènes pour un sujet sain. Pour résoudre la question je me suis offert le 28 août à la piqûre d'un des moustiques de l'expérience I, reconnu ensuite porteur de sporozoïtes.

Le moustique n'a été laissé en contact avec la peau que pendant un temps très court (moins d'une minute), insuffisant pour lui permettre d'absorber du sang. Résultat : la fièvre est apparue le 13 septembre, précédée de courbatures quelques jours avant; les hématozoaires (*Pl. vivax*) ont été décelés dans le sang le 14 septembre [1].

En résumé, les *Anopheles maculipennis* de la région parisienne, région non palustre, sont éminemment aptes à la transmission du paludisme et ne constituent point une race réfractaire spéciale. L'existence de telles races reste fort improbable. Il y a donc manifestement lieu de redouter l'introduction en France d'apports paludéens importants, comme le nécessitent les circonstances de guerre actuelles. Des mesures prophylactiques sérieuses, heureusement déjà envisagées, doivent être prises en conséquence.

Remarques au sujet de la Note de M. Roubaud,
par M. A. Laveran.

La Note de M. Roubaud est fort intéressante. A vrai dire, la transmissibilité en France du paludisme par les évacués de notre armée d'Orient ne semblait pas douteuse. Le paludisme de Salonique n'est pas de nature particulière; la gravité de l'épidémie qui a sévi en 1916 sur nos soldats s'explique par les conditions climatiques de la vallée du Vardar, favorisant la pullulation des *Anopheles* qui propagent la maladie, par le grand nombre des porteurs de germes parmi les indigènes et par les circonstances inhérentes à l'état de guerre. Quant aux *Anopheles*, c'est *A. maculipennis* qui domine de beaucoup en Grèce comme en France.

L'arrivée en France de nombreux malades atteints de fièvres palustres constituait évidemment un danger et, dès le mois de mars dernier, le Service de Santé militaire s'est préoccupé de parer à ce danger.

Une Commission que j'ai l'honneur de présider a été chargée de rechercher et de proposer toutes mesures utiles pour la lutte contre l'extension du paludisme en France; cette Commission a fonctionné régulière-

---

(1) Ayant séjourné plusieurs années dans les régions tropicales j'ai eu à enregistrer autrefois quelques accès du type paludéen. Mais ces accès coupés dès le début n'ont jamais donné de récidives. Depuis quatre ans en France, je n'ai jamais constaté l'hématozoaire dans mon sang antérieurement à l'expérience.

ment et les propositions qu'elle a faites ont toujours été adoptées, et mises à exécution, par M. le Sous-Secrétaire d'État du Service de Santé.

Les moustiques du genre *Anopheles* étant les agents de transmission du paludisme, le moyen le plus simple et le plus sûr de rendre les paludéens inoffensifs pour leur entourage consiste à les soigner dans des localités indemnes d'*Anopheles*. Aussi a-t-il été décidé que les soldats atteints de paludisme seraient envoyés, autant que possible, dans des hôpitaux spéciaux situés dans des localités indemnes d'*Anopheles*; des entomologistes choisis par la Commission antipalustre ont été chargés d'examiner si les localités proposées pour l'emplacement des hôpitaux spéciaux étaient indemnes d'*Anopheles*.

Dans les cas où des paludéens se trouvant dans une région à *Anopheles* n'ont pas pu être évacués sur une région indemne, on a paré au danger de transmission en mettant les malades à l'abri des piqûres des moustiques à l'aide de moustiquaires et en les soumettant à un traitement intensif et prolongé par la quinine, de manière à faire disparaître les parasites du sang.

Grâce à ces mesures, grâce aussi aux conditions météoriques qui, cette année, ont été peu favorables à la pullulation des moustiques, les faits de transmission du paludisme par des soldats malades à des sujets n'ayant pas quitté la France, et vivant dans des régions non palustres, ont été extrêmement rares.

La période hivernale dans laquelle nous entrerons bientôt fera disparaître les *Anopheles*, et avec eux le danger de transmission du paludisme, jusqu'au printemps prochain.

M. F. Garrigou adresse une Note intitulée : *Traitement rapide et économique des vidanges* (séance du 20 août 1917).

La séance est levée à 15 heures trois quarts.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 SEPTEMBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Giovanni Magrini. *Les buts et l'activité du Comité royal thalassographique italien.*

2° *Discovery of the physical cause of magnetism*, par T.-J.-J. See.

3° *Discoveries in cosmical magnetism*, par T.-J.-J. See.

4° *La force et le droit. Le prétendu droit biologique*, par R. Anthony. (Présenté par M. Ed. Perrier.)

ACOUSTIQUE. — *Modifications pratiques à la « loi de résonance des corps sonores »* (¹) *et rectification à la Note sur les gongs chinois* (²). Note (³) de M. **Gabriel Sizes**, transmise par M. Saint-Saëns.

Pour faciliter l'application de la « loi de résonance » aux phénomènes acoustiques, il y a lieu d'ajouter les considérations suivantes à chacun de ses articles (t. 161, p. 634) :

Article 1°, dernière phrase, *corps à vibration simple*, cordes, gongs, etc. : « Le son fondamental ou son 1 vibre à 6 octaves au-dessous du son prédominant. »

Article 2°, *corps à vibration binaire* ou *double :* « Le son fondamental vibre à 6 octaves plus une quinte, au-dessous du son prédominant. Les

---

(¹) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 634 et 781, et t. 162, 1916, p. 634.

(²) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 504.

(³) Séance du 3 septembre 1917.

deux échelles, supérieure et inférieure, sont donc nominalement dans un rapport de quinte l'une de l'autre. »

Article 3°, *corps à vibration binaire* ou *double*, *variable*; remplacer la dernière phrase par : « Cette fonction paraît suivre la progression des harmoniques de 1er ordre, en allant des grandes vers de plus petites. » et ajouter : « Le terme numérique qui correspond à la 4e octave inférieure du son prédominant désigne la *fonction* qu'a ce son dans l'échelle primaire et il sert de diviseur à son nombre de vibrations pour déterminer la hauteur absolue du son fondamental des divers corps sonores de cette espèce. »

Article 4°, *corps à vibration ternaire* ou *triple*; diapasons à branches longues et minces; ajouter : « Les deux échelles, supérieure et inférieure, vibrent comme il est dit à l'article 2°. L'échelle *médiane* provenant des *vibrations perpendiculaires* varie selon les rapports des trois éléments : longueur, épaisseur et largeur des branches. Avec le diapason ut_0, ces trois éléments ont produit un son prédominant des *vibrations perpendiculaires* dans le rapport $60^v : 32^v = 15 : 8$ avec le prédominant des vibrations parallèles ($si_0 : ut_0$). Le *plus petit sous-multiple entier* de 60, c'est-à-dire 5, est le son 1 de l'*échelle médiane*. Ce son de 5 vibrations correspond au son 15 de l'échelle générale, par conséquent en rapport 15 : 1 avec le fondamental (¹). »

Cette nouvelle étude a mis en relief une erreur d'interprétation d'*attribution numérique* des sons de l'*échelle partielle du son prédominant* : le son 21 ($si^{\flat}_{-3}$) de l'*échelle générale* est en réalité le son 7 de l'échelle partielle, d'où il découle qu'elle doit avoir ut_{-5} comme son 1, en fonction de son 3 dans l'échelle générale. Il y a donc lieu de considérer le *Tableau général* des vibrations de ce diapason comme ci-après. Cela ne change rien à la loi, mais cela permet de lui appliquer la simplification portée à l'article 2°.

Même considération pour le *gong chinois* ; il y a lieu d'*abaisser la base de son échelle d'une octave*; le son prédominant $mi^{\flat}_1$ est dans le rapport 7 : 4 avec $\underline{ré}^{\flat}_2$, ce qui donne à $mi^{\flat}_1$ la fonction de son 4 et non de son 2 comme il a été classé précédemment; il prend rang de 64e harmonique et non de 32e.

Nota. — En général, la difficulté d'application de la loi réside dans la détermination de la *double fonction du son prédominant*, ou *son prime*, dans les deux échelles. Les instruments *à tube et transpositeurs* nous fournissent

(¹) *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 437.

un exemple simple de ce phénomène : la *trompette classique* dite *ancienne*, dans sa plus grande longueur, mesure 264^{cm}. Théoriquement, elle est faite pour donner les seize premiers harmoniques naturels de ut_1 à ut_5. La *trompette moderne* à « pistons » est de moitié, elle ne mesure que 132^{cm}; à l'exception du son 1 *elle donne la même échelle complète* et non pas à l'octave aiguë comme il semblerait naturel. Le son prédominant, ou prime, est *toujours en fonction d'octave*. Avec la *trompette classique* on emploie douze tubes « ou tons » de rechange dans l'ordre chromatique. Les deux plus graves (la_0 et $la^\sharp_0$) font entendre la série supérieure du 4e harmonique au 16e; le son prime est donc en fonction de son 4 ou *double-octave*. Les quatre « tons » suivants font entendre : du 3e au 12e harmonique; le son prime fait fonction de son 3 ou *octave de quinte*. Les trois autres : du 2e au 12e harmonique; fonction d'*octave*. Les « tons » de fa_1 et $sol^\flat_1$: du 1er au 10e harmonique; fonction de son 1. Et le plus aigu, sol_1 : du 1er au 9e harmonique; même fonction. D'où, à partir du son 4, la progression de la fonction du son prime est en raison inverse de la longueur du tube. Cela tient à ce que le diamètre du tube reste le même, alors que sa longueur varie.

L'échelle partielle supérieure de ces instruments est *en fonction de dominante;* fonction caractérisée par l'*accord* formé des sons 4, 5, 6, 7 et considéré nominalement dans un *rapport de quinte* au-dessus de la fondamentale; cette dernière vibre comme il est dit à l'article 2°. Par conséquent : lorsque le son prime de l'*échelle supérieure* est le son 1, il prend la fonction de son 3 dans l'*échelle inférieure;* le son 2 devient 6, le son 3 devient 9, le son 4 devient 12, etc. Ces phénomènes expliquent pourquoi nos expériences pratiques sur le *cor* ont donné pour résultat de « préciser 24 sons *intermédiaires* » aux 16 de sa plus grande échelle; et avec la *trompette* : 6 harmoniques *intermédiaires* et 2 *octaves chromatiques au-dessous de son échelle théorique* ([1]).

([1]) *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 303.

ÉCHELLE DES VIBRATIONS ENREGISTRÉES DU DIAPASON ut_0 ÉTUDIÉ, ANNOTÉE EN VUE DE L'APPLICATION DE LA LOI DE RÉSONANCE.

Harmoniques inférieurs.

Échelle partielle inférieure du son prédominant.

1 .... 2 .... 3 .... 4 .... 5 ....

(fa_{-7})	fa_{-6}	[ut_{-5}]	fa_{-5}	la_{-5}	ut_{-4}	$\underline{mi^{\flat}_{-4}}$	fa_{-4}	sol_{-4}	la_{-4}	ut_{-3}	$\underline{mi^{\flat}_{-3}}$	[mi_{-3}]	fa_{-3}
($0^v\frac{1}{3}$)	$0^v\frac{2}{3}$	[1^v]	$1^v\frac{1}{3}$	$1^v\frac{2}{3}$	2^v	$2^v\frac{1}{3}$	$2^v\frac{2}{3}$	3^v	$3^v\frac{1}{3}$	4^v	$4^v\frac{2}{3}$	[5^v]	$5^v\frac{1}{3}$
(1)	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**12**	**14**	**15**	**16**

Échelle générale du fondamental. (*Partie primaire ou inférieure.*) — 1....*échelle*

6.......7........8........9................10..............12......16................20...............24.....28.....30.

sol_{-3}	$\underline{si^{\flat}_{-3}}$	ut_{-2}	$ré_{-2}$	$\underline{mi^{\flat}_{-2}}$	mi_{-2}	fa_{-2}	sol_{-2}	ut_{-1}	$\underline{mi^{\flat}_{-1}}$	mi_{-1}	fa_{-1}	sol_{-1}	$\underline{si^{\flat}_{-1}}$	si_{-1}
6^v	7^v	8^v	9^v	$9^v\frac{1}{3}$	10^v	$10^v\frac{2}{3}$	12^v	16^v	$18^v\frac{2}{3}$	20^v	$21^v\frac{1}{3}$	24^v	28^v	30^v
18	**21**	**24**	**27**	**28**	**30**	**32**	**36**	**48**	**56**	**60**	**64**	**72**	**84**	**90**

partielle médiane inférieure..............2...4..............................6..

Harmoniques supérieurs.

Son prédominant. Échelle supérieure.

32........36...............48......50......56.......60........64..............96......100......128......140......180.

ut_0	$ré_0$	fa_0	sol_0	$sol^{\sharp}_0$	$\underline{si^{\flat}_0}$	[si_0]	ut_1	fa_1	sol_1	$sol^{\sharp}_1$	ut_2	$\underline{ré_2}$	$fa^{\sharp}_2$
32^v	36^v	$42^v\frac{2}{3}$	48^v	50^v	56^v	[60^v]	64^v	$85^v\frac{1}{3}$	96^v	100^v	128^v	140^v	180^v
96	**108**	**128**	**144**	**150**	**168**	**180**	**192**	**256**	**288**	**300**	**384**	**420**	**540**

..................................10............ | 12. *Son prédominant médian*.....20...............28.......36.

192.....200......214.....224......240.....256................280......288......300.....360......400......512........

sol_2	$sol^{\sharp}_2$	la_2	$\underline{si^{\flat}_2}$	si_2	ut_3	$ut^{\sharp}_3$	$\underline{ré_3}$	$ré_3$	$ré^{\sharp}_3$	$fa^{\sharp}_3$	$sol^{\sharp}_3$	ut_4	$ut^{\sharp}_4$
192^v	200^v	214^v	224^v	240^v	256^v	$266^v\frac{2}{3}$	280^v	288^v	300^v	360^v	400^v	512^v	$533^v\frac{1}{3}$
576	**600**	**640**	**672**	**720**	**768**	**800**	**840**	**864**	**900**	**1080**	**1200**	**1536**	**1600**

.........40.......................48..........................56...............60.......72........80. ....

560......576......600.....800.......960......1024.................1120......2240.

$\underline{ré_4}$	$ré_4$	$ré^{\sharp}_4$	$sol^{\sharp}_4$	si_4	ut_5	$ut^{\sharp}_5$	$\underline{ré_5}$	$\underline{ré_6}$
560^v	576^v	600^v	800^v	960^v	1024^v	$1066^v\frac{2}{3}$	1120^v	2240^v
1680	**1728**	**1800**	**2400**	**2880**	**3072**	**3200**	**3360**	**6720**

.112...............120......160......192...............................224.......448.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle séparation de l'étain et du tungstène dans les wolframs stannifères.* Note [1] de M. TRAVERS, présentée par M. Le Chatelier.

« La séparation de l'étain et du tungstène est une des opérations les plus difficiles de la chimie analytique [2]. » La méthode que nous présentons

---

[1] Séance du 17 septembre 1917.

[2] TREADWELL, *Zeitschrift für Electrochemie*, t. 119, n° 9, 1913.

nous a donné toute satisfaction dans l'analyse de nombreux minerais, même très riches en étain (50 pour 100).

Le minerai, préalablement porphyrisé avec le plus grand soin, est attaqué par fusion avec du sulfite de soude anhydre [1]; l'attaque est très rapide, et parfaite, même pour des minerais à 50 pour 100 de Sn, ainsi qu'on peut s'en assurer dans la suite. La masse fondue, désagrégée par l'eau bouillante, est diluée à 700^{cm^3}-800^{cm^3}, et acidulée faiblement (l'acidité doit être inférieure à 20^{cm^3} d'acidité normale); le sulfure stanneux brun précipite, entraînant un peu de silice et de sulfures de fer ou de manganèse, *mais point d'acide tungstique;* on peut s'en assurer en fondant le précipité obtenu avec les carbonates alcalins, et recherchant le tungstène dans la liqueur à l'aide du chlorure titaneux; on n'observe aucune coloration bleue; nous avons signalé déjà que cette réaction permettait de déceler $0^g,001$ de WO^3 dans 200^{cm^3} de liqueur. Le précipité de sulfure stanneux est purifié par dissolution dans le sulfure d'ammonium, chargé de soufre. Par précipitation du sulfosel obtenu, on a le sulfure stannique jaune, qu'on calcine à l'état de SnO^2.

Le tungstène est dosé sur une prise spéciale, attaquée de même par fusion au sulfite de soude anhydre. La masse fondue est reprise directement *par les acides concentrés* ($HCl + NO^3H$) purs [2]; la majeure partie du tungstène précipite instantanément à l'état d'acide tungstique, mélangé à de la silice. L'évaporation à sec, suivie de la reprise par HCl, ne donne pas la totalité de WO^3, en raison de la formation d'acide métatungstique favorisée par la présence des sels de soude. Nous avons réussi à obtenir l'acide tungstique passé dans la liqueur par une seule insolubilisation, en l'entraînant préalablement par le fer. La teneur en fer habituelle des minerais (10 pour 100) suffit largement à fournir l'hydrate de fer nécessaire. A cet effet, dans la liqueur provenant du filtrat de l'acide tungstique, on précipite le fer par l'ammoniaque *sans excès*, de façon à ne pas dissoudre l'acide tungstique (on s'en assure au papier de tournesol sensible, qui doit rester légèrement rouge). Le précipité d'oxyde de fer, bien lavé de façon à le débarrasser des sels de soude, est dissous sur le filtre par HCl chaud à 50 pour 100, en même temps que l'acide stannique qui a pu précipiter [3]. On évapore à sec

---

[1] La fusion s'effectue très bien au moufle, au rouge vif, dans une capsule en porcelaine; la silice provenant de l'attaque de la capsule ne gêne pas; le platine est attaqué de façon appréciable.

[2] On emploiera SO^4H^2, si l'on veut doser le titane.

[3] Une calcination même modérée du filtre rendrait insoluble l'acide stannique, qui serait ensuite compté en WO^3.

et l'on reprend par HCl. On obtient la totalité de l'acide tungstique restant. On sépare la silice par les procédés ordinaires; l'acide tungstique n'a retenu que des traces d'oxyde de fer (moins de $0^{mg}, 2$ de Fe^2O^3).

On peut vérifier que l'entraînement par le fer de WO^3 restant a été complet; dans la liqueur provenant de la séparation du fer, concentrée à environ 200^{cm^3} et froide, on verse 1^{cm^3} ou 2^{cm^3} d'une solution étendue de chlorure titaneux; s'il se produit une très faible coloration bleue, on dose colorimétriquement les traces de WO^3 non entraîné.

On peut estimer que par cette méthode le chiffre de WO^3 pour 100 est connu à 0,2 pour 100 près; le dosage de l'étain est rendu plus rapide, et surtout plus sûr que par les méthodes habituelles (réduction dans l'hydrogène et précipitation du sulfure; fusion au peroxyde et hydrolyse du stannate ou précipitation du sulfosel).

ZOOLOGIE. — *Une nouvelle maladie du Spratt* (Clupea spratta) *causée par un Copépode parasite* (Lernœenicus sardinæ). Note [1] de M. **Marcel Baudouin**, présentée par M. Bouvier.

On sait, depuis les Mémoires de 1888 de M. L. Joubin [2], que le *Lernœenicus sardinæ*, le Copépode parasite de la Sardine, peut, en se fixant sur les flancs de ce poisson, déterminer la formation d'*abcès* sous-cutanés ou intramusculaires, pouvant atteindre un gros volume.

Mais jusqu'à présent personne n'avait encore signalé qu'en s'implantant, par *exception*, sur le Spratt, il pouvait donner naissance à une manifestation pathologique que je ne puis comparer qu'à de la *gangrène*.

Or j'ai constaté le fait récemment sur deux poissons de cette espèce, pêchés pendant l'hiver 1916-1917, sur les côtes de Vendée.

Sur un Spratt, le Copépode était implanté au milieu d'une petite *tache* noirâtre, de 3^{mm} de diamètre, d'aspect très insolite.

De plus, sur un second exemplaire, le parasite était fixé au centre d'une *dépression* cupuliforme résultant d'une perte de substance du tissu musculaire, ayant aussi 3^{mm} de diamètre.

Or, cette plaie ne peut pas avoir été produite par l'ectoparasite du Spratt, le *Nerocila affinis* (M. E.) que j'ai découvert jadis, car cet animal ne détermine pas des lésions aussi régulières de forme et d'aussi faible étendue.

---

(1) Séance du 3 septembre 1917.

(2) L. Joubin, *Comptes rendus*, t. 127, 19 novembre et 31 décembre 1888, p. 842 et 1177.

Elle doit résulter de la chute d'une petite *eschare* qui fait songer à la « tache noire » du premier cas cité.

Ces faits nouveaux sont des plus intéressants en ce qui concerne la pathologie comparée, les maladies des poissons et l'hygiène alimentaire.

Il y aura lieu, dès que la chose sera praticable (si jamais elle le devient, vu la difficulté de la récolte des poissons infestés), d'élucider cette lésion, manifestation pathologique très exceptionnelle, à la lumière de la bactériologie qui, seule, pourra en dévoiler la cause, c'est-à-dire le microbe, apporté sur le Spratt par le parasite lui-même.

EMBRYOLOGIE. — *La gastrula des Sélaciens* (Scyllium canicula *Cuv.*). Note (1) de M. **P. Wintrebert**, présentée par M. Y. Delage.

L'étude de la gastrulation chez *Scyllium canicula*, entreprise au moyen de deux méthodes combinées, l'observation sur le vivant et l'examen histologique des coupes en série, conduit à des constatations qui diffèrent sensiblement des faits admis. Elles aboutissent à modifier l'opinion classique sur la gastrula des Sélaciens et font envisager une manière nouvelle de la comprendre dans les œufs télolécithes.

D'après R. Hertwig (2), « le disque germinal se soulève facilement du vitellus à l'extrémité postérieure », ce que Ruckert attribue à une conservation insuffisante. His (1897) est à ce point de vue d'un autre avis; il admet qu'au bord postérieur, le disque germinal se sépare d'une façon normale du vitellus sous-jacent et que la cavité germinale baille ici vers l'extérieur ». His donne de cet aspect une figure unique, chez *Scyllium canicula;* j'ai suivi l'évolution complète de cette cavité.

A. *Observations sur le vivant* (3). — 1° Le disque germinal, à la fin de la segmentation, s'isole du vitellus par un fossé circulaire; des ponts plus ou moins larges le réunissent à un bourrelet blanchâtre périphérique, porté lui-même sur un mamelon de couleur claire. Les parties libres et apparentes de ce fossé peuvent atteindre les trois quarts de la circonférence; sa forme varie suivant les œufs : tantôt il ressemble à une gueule ouverte, à une baignoire, prolongées par des expansions latérales; tantôt il prend l'aspect d'un croissant, tantôt il se compose d'arceaux successifs séparés par des languettes intermédiaires. Il commence par s'étendre, puis après plusieurs jours

(1) Séance du 3 septembre 1917.

(2) *Handbuch der vergl. u. experim. Entwickelungslehre der Wirbeltiere*, Bd. I, t. I, p. 664.

(3) Faites à Paris sur des œufs envoyés du laboratoire Lacaze-Duthiers de Roscoff, grâce à l'obligeance de M. le professeur Delage.



se rétrécit et se comble; il dure 5 à 6 jours à une température de 15° à 20°. Sa forme est remaniée par un va-et-vient continuel de substance; ses bords, arrondis au début, deviennent onduleux, se hérissent d'épines, de prolongements, se réunissent par des piliers qui donnent souvent au germe l'aspect d'une dalle soulevée, retenue par des arcades. Le disque orangé, central, s'accroît par une bordure plus blanche qui semble faite de matériaux apportés. Bientôt le fossé, remplacé par un tissu criblé de petites lacunes, disparaît, sauf en un point, le blastopore; celui-ci correspond généralement à la partie la plus large de la lacune primitive, et prend l'aspect d'un goulot arrondi, d'une fente transversale, ou même simplement d'une petite plaquette criblée d'orifices.

2° A ce moment, la scène change; l'orientation est faite; l'embryon se développe autour du blastopore, sur la marge postérieure du blastoderme. Autour de l'orifice, le bourrelet s'épaissit et se dresse comme un rempart, dominant le vitellus; l'orifice, situé d'abord en son milieu ou même à sa partie interne, est repoussé en arrière et en bas par le développement rapide de sa lèvre antérieure qui, en se renversant, forme comme un toit qui le dérobe à la vue.

B. *Examen histologique.* — 1° Les coupes montrent qu'à la lacune extérieure, incomplètement circonférentielle et interrompue par des ponts, correspond dans la profondeur une rainure véritablement circulaire; elle sépare de la cuvette vitelline périphérique un amas central de blastomères, déjà différenciés en un ectoderme superficiel et une masse compacte d'endoderme vitellin; celle-ci, de forme conique à base dorsale, adhère en bas au vitellus. Il y a peu de sphères vitellines en suspension dans la cavité.

2° Le blastoderme s'allonge en un mince feuillet de deux à trois couches cellulaires au-dessus d'une région du fossé qui, de ce fait, se détermine comme postérieure; cette région se dilate peu à peu en une vésicule qui remplit finalement la moitié du germe. La moitié antérieure contient la zone cellulaire compacte autrefois centrale; celle-ci s'aplatit, s'élargit et s'émiette; elle laisse maintenant passer sous elle, comme sur ses parties latérales, un prolongement de la vésicule postérieure qui va rejoindre la partie antérieure atrophiée de la rainure circulaire.

La croissance du blastoderme se fait surtout par l'apport de cellules *émigrées* du syncytium vitellin, et l'ectoderme lui-même paraît s'adjoindre des cellules vitellines sur son pourtour. Dans la région blastoporique, celles-ci sortent très nombreuses du rempart vitellin et se disposent en deux lames superposées, dont la supérieure allonge la quille blastodermique tandis que l'inférieure, séparée de la première par un espace vide de cellules, lui forme la doublure endodermique qu'on a coutume de considérer comme le résultat de son invagination.

La cavité gastrulaire, produite par la cytulation du syncytium vitellin et située entre celui-ci et les cellules endodermo-vitellines émigrées à la face profonde du blastoderme, comprend dans son évolution deux phases distinctes. Dans la première, la gastrula est *péridiscoïdale*, ou, si l'on veut, *périblastodermique*, largement ouverte à l'extérieur; dans la seconde, elle est *embryonnaire*, c'est-à-dire localisée dans la région postérieure qui formera l'embryon; elle prend alors la forme d'une vésicule à blastopore étroit et le plus souvent fissuraire. Ces deux phases sont antérieures de toutes

façons à la gastrula classique, dans laquelle je ne vois qu'un espace semi-lunaire sous-caudal, extra-embryonnaire, où le tube digestif se formera plus tard, comme sur la face dorsale le tube médullaire, par un processus semblable de creusement en gouttière et de coalescence des bords.

La gastrula péridiscoïdale, observée chez *Scyllium*, peut être considérée *théoriquement* comme normale dans les œufs télolécithes; en effet si, par la pensée, on élargit au maximum le bouchon vitellin blastoporique d'un œuf à segmentation totale et inégale, comme celui des Amphibiens, et si l'on réduit par suite l'ectoderme à une plaquette dorsale, on obtient un blastopore inversé, dont l'endoderme vitellin périphérique est séparé de l'îlot blastodermique central par un espace annulaire.

On retrouve, chez les oiseaux, des traces jusqu'à présent contestées de cette gastrulation : la gouttière du croissant de Koller, la fissure primitive et la cavité sous-germinale (gastrulaire) de Duval, la fente péridiscoïdale prise généralement pour un artefact. Chez les Reptiles, où la complication est plus grande, on peut homologuer la plaque primitive au rempart vitellin sous-blastoporique des Sélaciens et chercher la véritable gastrula avant la formation de la queue et du sac mésodermique.

Les œufs épiboliques des Ganoïdes et des Amphibiens, avec leur sillon blastoporique équatorial, transverse ou en fer à cheval, sont à mi-chemin de la gastrulation embolique et de la gastrulation péridiscoïdale.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *Sur le taux de blutage et le rendement alimentaire du blé*. Note de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Maquenne.

On voit fréquemment exprimer en ce moment l'opinion que l'utilisation du blé comme nourriture de l'homme est maxima pour une extraction limitée de farine, de sorte qu'il serait avantageux, quand l'approvisionnement est faible, d'en rester au taux d'extraction qui fournit, sinon du pain blanc, du moins un pain à peine bis.

Cette opinion est donnée comme un fait expérimentalement démontré. Or, je ne connais pas une seule expérience qui la confirme, et les chiffres mêmes des expériences qu'on invoque pour l'appuyer, celles de Snyder en particulier, sont nettement en sens contraire.

Il est parfaitement vrai que le pain blanc, *à poids égal*, nourrit plus que le pain bis, et celui-ci plus que le pain (de quelque nom qu'on l'appelle) dans lequel est incorporé tout le son. Les propagandes passionnées qui, à diverses reprises et en divers pays, ont proclamé des vertus nutritives supérieures pour un pain plus ou moins complet, ne sont pas fondées en thèse générale.

Dans une alimentation mixte suffisamment abondante et variée, de petites différences d'azote ou de phosphates sont d'ordre secondaire, et pratiquement négligeables : la cellulose, avec son rôle mécanique utile, ne fait pas défaut lorsqu'on mange des fruits ou des légumes; enfin la question des *vitamines* ne se poserait que pour un régime composé exclusivement de pain. On peut s'en tenir, comme mesure de la valeur nutritive, à la considération de l'énergie mise à la disposition de l'organisme. Celle-ci est d'autant plus grande que le pain est plus complètement débarrassé des enveloppes du grain, à peu près inassimilables pour l'homme.

Mais le rendement alimentaire du blé, la quantité de subsistance humaine que fournira une quantité donnée de blé, c'est, non pas la valeur alimentaire du pain, mais le produit de cette valeur par la quantité de pain obtenue. Ce calcul, élémentaire, semble avoir été négligé jusqu'ici. Voici ce qu'il donne sur les chiffres de Snyder (¹). Il s'agit des calories nettes, c'est-à-dire de la différence entre les chaleurs de combustion du pain ingéré et des matières fécales correspondantes ou supposées telles.

Les expériences portent sur trois sujets, quatre espèces de blé, et pour chaque blé trois sortes d'extraction : à savoir du pain de farine blanche, à 70 ou 72 pour 100; du pain *Graham*, qui comprend le grain tout entier, et une sorte intermédiaire, dénommée *froment entier*, mais d'où l'on a retiré « une partie du son ». Cette dernière sorte donne toujours des valeurs intermédiaires aux deux autres, mais je ne trouve pas dans Snyder son taux d'extraction, probablement variable : je ne puis donc faire pour elle le calcul nécessaire, et je dois m'en tenir au pain blanc et au pain véritablement total.

La moyenne générale de toutes les expériences donne pour le pain blanc, par gramme, $3^{Cal},6$; pour le pain Graham, $3^{Cal},3$. A poids égal, le pain complet est le moins nourrissant.

Mais rapportons ces valeurs à un même poids de blé, il vient, pour le pain blanc à 72 pour 100 :

$$3^{Cal},6 \times 72 = 259^{Cal};$$

pour le pain complet :

$$3^{Cal},3 \times 100 = 330^{Cal}.$$

Il résulte de là qu'en arrêtant l'extraction à 72 pour 100, on a eu non un bénéfice, mais un déficit de 71^{Cal}, soit près de 22 pour 100.

Je ne prétends pas en conclure qu'il est actuellement indiqué de fabriquer le pain avec la totalité du grain, mais on doit cesser d'opposer aux extractions élevées un argument inexistant. Quand l'extraction augmente, le rendement augmente jusqu'au bout. Il y a même une expé-

---

(¹) *Studies on the digestibility and nutritive value of bread.* U. S. Dep. of Agriculture, Washington, Government printing office, 1903 et 1905.

rience de Snyder où celui-ci a ajouté 14 parties de gros sons à 86 parties de farine à 70 pour 100, négligeant les produits intermédiaires qui sont précisément les plus intéressants quand on discute le taux du blutage.

Les résultats sont les suivants :

Calories nettes par gramme de farine blanche............	3,721
Par gramme de mélange..................................	3,395

En faisant le calcul pour les quantités d'aliments disponibles, il vient :

86g de farine blanche.........................	320Cal
100g de mélange...............................	339Cal,5

Même dans ce cas absurde, il y a encore gain à ajouter le son.

Pour en revenir à la question telle qu'elle se pose aujourd'hui en France, l'extraction à 85, sur blé moyen, donne certainement un bénéfice sur toute extraction moindre.

Les expériences que j'ai en cours, avec plusieurs collaborateurs, ne sont pas encore assez avancées pour que je puisse chiffrer exactement ce bénéfice. Comme ordre de grandeur, je pense que sur les cinq parties qu'on ajoute en passant du taux 80 au taux 85, il y en a quatre qui sont effectives, ce qui donne une amélioration de 5 pour 100 sur le rendement du blé.

Lorsqu'il s'agit de déterminer jusqu'où pratiquement il convient de pousser l'extraction, un point capital à connaître est la teneur du blé en matières nutritives pour l'homme. On admet généralement une teneur de 85 pour 100. Des expériences assez prolongées déjà pour être significatives, effectuées sur le principe des rations d'entretien équivalentes, nous ont donné sur un blé indigène moyen, consommé en totalité, une valeur nutritive égale à près des $\frac{90}{100}$ de la farine blanche. Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer que les expériences de Snyder donnent un rapport tout à fait voisin de celui-là, et même supérieur, $\frac{92}{100}$ d'après les moyennes citées plus haut.

S'il en est bien ainsi, l'extraction à 85 apparaît encore comme modérée. La meunerie la plus perfectionnée, il est vrai, ne peut obtenir cette extraction sans laisser dans la farine quelques centièmes d'enveloppes, dont les ferments ont une action fâcheuse pendant la panification. Mais la panification à l'eau de chaux que nous avons récemment indiquée, M. Legendre et moi, supprime, ou tout au moins atténue, cet inconvénient de façon à le rendre tout à fait supportable; la clientèle des boulangers qui appliquent ce procédé a fait entendre dans ce sens un avis fort net.

Il n'y a donc aucune raison, si nous risquons de manquer de blé, de revenir à un taux inférieur d'extraction.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *Sur l'emploi des glucosates de chaux dans la panification.* Note ([1]) de **M. Georges A. Le Roy**, présentée par M. Moureu.

Les glucosates de chaux peuvent être employés avec avantage, au point de vue du goût, de l'alibilité, de la conservation, en lieu et place de l'eau de chaux, pour améliorer le pain fabriqué avec des farines blutées à un taux élevé d'extraction, telles les farines à 85 pour 100, prescrites à l'heure actuelle.

Les glucosates employés pour cette panification sont préparés selon les méthodes classiques; en faisant digérer, à froid, une solution aqueuse de glucose commercial (vérifié exempt des traces d'arsenic qui se rencontrent quelquefois dans ces produits) avec un lait de chaux. On obtient ainsi, après filtration, des solutions limpides de glucosates, qui, selon les proportions respectives mises en œuvre, contiennent, pour une ou deux parties de glucose, une partie de chaux. Ces solutions peuvent être obtenues, ainsi, assez concentrées; elles sont donc plus facilement maniables en panification que l'eau de chaux, dont les solutions aqueuses ne peuvent, on le sait, renfermer par litre que 1^g de chaux (environ).

Les sucrates ou saccharates de chaux, qui peuvent être aussi employés, sont moins avantageux, vu leur solubilité moindre que celle des glucosates. Par ailleurs le sucre est, à l'heure actuelle, de prix élevé.

Dans mes essais de panification avec les glucosates de chaux, j'ai employé pour 100^{kg} de farine à 85 pour 100, panifiée avec les doses habituelles d'eau, de levure et de sel marin, des quantités de solution de glucosate représentant 100^g de glucose et 50^g de chaux : ce qui correspond par kilogramme de pain fabriqué à environ 1^g de glucose et $0^g,5$ de chaux.

Le pain ainsi fabriqué soumis à l'examen de praticiens-boulangers (qui m'ont assisté pour la panification) a été apprécié comme étant de qualité encore plus nettement améliorée que le pain fabriqué, dans les mêmes conditions, avec l'eau de chaux. La fermentation panaire, qui paraît légèrement retardée avec l'eau de chaux, paraît au contraire facilitée par le glucosate.

La séance est levée à 15 heures trois quarts.

E. P.

([1]) Séance du 17 septembre 1917.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er OCTOBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau un volume intitulé : *Les Fondations de l'Académie des sciences* (1881-1915), rédigé par M. Pierre Gauja, secrétaire-rédacteur de l'Académie, et imprimé aux frais de celle-ci. La préface suivante, signée par les deux Secrétaires perpétuels, indique le but de cet ouvrage :

« Il est arrivé à nos commissions de prix de désirer des précisions sur les conditions mises par les donateurs à leurs libéralités, et d'avoir besoin de la liste des bénéficiaires antérieurs de telle ou telle fondation. Le présent ouvrage, fait avec beaucoup de soin par M. Pierre Gauja et complétant celui publié jadis par Ernest Maindron sur ce sujet, fournira immédiatement la réponse à ces questions. Les documents qu'il contient seront en outre précieux pour l'histoire même de l'Académie.

» S'il avait été possible d'accroître encore ce volume, la préface toute naturelle en eût été l'éloge des donateurs de l'Académie, lu dans la séance publique annuelle du 18 décembre 1911 par Gaston Darboux, et inséré dans le tome 52 de la deuxième série des *Mémoires de l'Académie des Sciences*. On y aurait trouvé l'expression d'une profonde gratitude pour les généreux donateurs, avec de judicieuses remarques sur l'évolution que le temps doit amener dans la forme de quelques-unes des libéralités qui nous sont faites. « Récompenser des travaux, disait notre regretté confrère, l'Académie s'est » toujours montrée disposée à le faire. Elle le fera encore à l'avenir. Mais » provoquer, subventionner et encourager des recherches, cela est mieux » encore. » Les fondations ayant ce dernier objet peuvent être relatives à un ordre particulier de recherches, ou avoir un caractère plus général.

L'Académie en possède déjà d'importantes, dont on trouvera l'historique dans ce volume, et il est à souhaiter que leur nombre augmente [1].

» L'Académie serait heureuse aussi que des dons lui permissent de participer elle-même à la création de centres de recherches devant être poursuivies sous sa direction. Plusieurs grandes sociétés savantes de l'étranger ont pu entrer dans cette voie que les conditions de nos donations ne nous ont pas jusqu'ici permis d'aborder. De tels centres seraient très utiles après la guerre actuelle, alors qu'un effort considérable sera nécessaire, qu'il s'agisse de science pure ou de travaux scientifiques faits en vue d'applications industrielles. »

Le Secrétaire perpétuel est certain d'être l'interprète de l'Académie en félicitant M. Pierre Gauja du zèle et de l'intelligence qu'il a mis à composer cet ouvrage qui rendra de grands services à nos commissions de prix. M. l'abbé Verschaffel a droit aussi aux remercîments de l'Académie pour avoir imprimé ce livre à Abbadia, au milieu des difficultés de l'heure présente.

M. Émile **Picard**, en déposant deux brochures sur le bureau, s'exprime comme il suit :

J'ai l'honneur d'offrir deux brochures à l'Académie.

L'une, intitulée : *Les sciences mathématiques en France depuis un demi-siècle*, est un nouveau tirage d'une étude que j'ai insérée dans un ouvrage publié en 1916 par divers littérateurs, savants et artistes, sous le titre : *Un demi-siècle de civilisation française* (1870-1915).

L'autre, intitulée : *La vie et l'œuvre de Gaston Darboux*, est une reproduction de l'article que j'ai publié dans la *Revue des Deux-Mondes* quelques semaines après la mort de notre regretté confrère.

---

(1) Depuis que ce livre est terminé, l'Académie compte une nouvelle fondation de ce genre, grâce à la générosité de Mme Beauregard qui lui a remis 2500fr de rente, destinés à constituer un *Fonds Clément Félix*, pour encourager des recherches sur l'électricité.

PLIS CACHETÉS.

M. **Jean Malburet** demande l'ouverture d'un pli cacheté accepté en la séance du 12 février 1917 et enregistré sous le n° 8365.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient la description d'une méthode photographique de recherche des astéroïdes.

(Renvoi à l'examen de M. B. Baillaud.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les *Rapports scientifiques sur les travaux entrepris en* 1913 *au moyen des subventions de la* Caisse des recherches scientifiques.

2° *Devoirs et périls biologiques*, par le Dr Grasset. (Présenté par M. Ch. Richet.)

3° Edmond Delorme. *Chirurgie de guerre. Les fractures. Déplacements, séquelles, décalcifications, raideurs articulaires consécutives.* (Présenté par M. A. Laveran.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un procédé de sommation des séries trigonométriques.* Note de M. **Angelesco**, présentée par M. Appell.

Considérons le développement bien connu

$$(1) \qquad \frac{\sin\alpha}{1-2r\cos\alpha+r^2} = \sin\alpha + r\sin2\alpha+\ldots+r^n\sin(n+1)\alpha+\ldots,$$

où α et r sont des quantités réelles. La série du second membre est uniformément convergente, pourvu que $|r|<1$. En multipliant les deux membres de (1) par $(1-r)$, on déduit

$$\frac{(1-r)\sin\alpha}{1-2r\cos\alpha+r^2} = \sin\alpha+2r\sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{3}{2}\alpha+\ldots+2r^n\sin\frac{\alpha}{2}\cos\left(n+\frac{1}{2}\right)\alpha+\ldots,$$

ou bien

$$(2) \qquad \frac{(1-r)\cos\frac{\alpha}{2}}{1-2r\cos\alpha+r^2} = \cos\frac{\alpha}{2} + r\cos\frac{3\alpha}{2} + \ldots + r^n\cos\left(n+\frac{1}{2}\right)\alpha + \ldots.$$

Multiplions encore les deux membres de cette dernière égalité par $\cos\frac{\alpha}{2}\,d\alpha$ et intégrons de o à 2π; comme

$$\int_0^{2\pi} \cos\left(p+\frac{1}{2}\right)\alpha\cos\frac{\alpha}{2}\,d\alpha = 0$$

pour $p \geqq 1$, il nous restera

$$\int_0^{2\pi} \frac{(1-r)\cos^2\frac{\alpha}{2}}{1-2r\cos\alpha+r^2}\,d\alpha = \pi.$$

La quantité sous le signe d'intégration admettant, par rapport à α, la période 2π, on aura

$$(3) \qquad \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} \frac{(1-r)\cos^2\frac{\alpha-x}{2}}{1-2r\cos(\alpha-x)+r^2}\,d\alpha = 1, \qquad 0 \leqq x \leqq 2\pi.$$

Cette égalité n'est valable que pour $|r| < 1$. Si l'on fait tendre r vers $+1$, l'intégrale (3) devient une *intégrale singulière*, car, dans l'intégration, seul l'élément correspondant à $\alpha = x$ compte. Comme la quantité sous le signe d'intégration est une fonction paire en $(\alpha - x)$ et positive, on déduit, à l'aide du premier théorème de la moyenne, que l'intégrale

$$(4) \qquad \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(\alpha)\frac{(1-r)\cos^2\frac{\alpha-x}{2}}{1-2r\cos(\alpha-x)+r^2}\,d\alpha$$

tend, quand on donne à r des valeurs tendant vers 1 par des valeurs inférieures à 1, vers $\frac{1}{2}[f(x+0)+f(x-0)]$ en tout point de discontinuité de première espèce de la fonction $f(x)$ bornée et intégrable; cette convergence est uniforme à l'intérieur de tout intervalle de continuité. Considérons le développement en série trigonométrique de $f(x)$,

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + a_1\cos x + b_1\sin x + \ldots + a_n\cos nx + b_n\sin nx + \ldots,$$

et posons

$$A_n = a_n\cos nx + b_n\sin nx;$$

on voit alors, à l'aide du développement (2), que l'intégrale (4) représente la somme de la série

$$A_0 + \frac{1}{2}A_1 + \frac{1}{2}r(A_1 + A_2) + \frac{1}{2}r^2(A_2 + A_3) + \ldots + \frac{1}{2}r^n(A_n + A_{n+1}) + \ldots.$$

L'intégrale (4) correspond donc à un procédé de sommation des séries trigonométriques.

En cherchant, plus généralement, la somme de la série

$$\frac{p}{p}A_0 + \frac{p-1}{p}A_1 + \ldots + \frac{1}{p}A_{p-1}$$
$$+ \frac{1}{p}r(A_1 + A_2 + \ldots + A_p) + \ldots + \frac{1}{p}r^n(A_n + \ldots + A_{n+p-1}) + \ldots,$$

on trouve que cette série est représentée, pour les valeurs de $|r| < 1$, par l'intégrale

$$(5) \qquad \frac{1}{2p\pi}\int_{-x}^{2\pi - x} f(\alpha + x)\,\frac{\sin\frac{p}{2}\alpha}{\sin^2\frac{1}{2}\alpha}\,\frac{(1-r)\left(\sin\frac{p}{2}\alpha - r\sin\frac{p-2}{2}\alpha\right)}{1 - 2r\cos\alpha + r^2}\,d\alpha.$$

Pour $p = 1$ et $p = 2$, cette intégrale se réduit respectivement à l'intégrale de Poisson et à l'intégrale (4); pour $p > 2$, et r tendant vers 1, le noyau de cette intégrale singulière, qui reste une fonction paire en α, ne garde plus un signe constant. p étant un nombre fini, en partageant l'intervalle d'intégration $-x$ à $2\pi - x$ par les points racines de l'équation

$$\frac{\sin\frac{p}{2}\alpha}{\sin^2\frac{\alpha}{2}}\left(\sin\frac{p}{2}\alpha - r\sin\frac{p-2}{2}\alpha\right) = 0,$$

on pourra encore conclure, par l'application du premier théorème de la moyenne, que cette intégrale tend, lorsque r tend vers $+1$, vers

$$\frac{1}{2}[f(x+0) + f(x-0)],$$

$f(x)$ étant une fonction bornée et intégrable. Bien entendu nous supposons, comme dans la méthode classique relative à l'intégrale de Poisson, qu'on se donne d'abord la valeur de la variable x et ensuite qu'on fait tendre r vers $+1$.

Lorsque le nombre p croît indéfiniment, le premier théorème de la

moyenne n'est plus suffisant pour prouver la convergence de l'intégrale (5), pour r tendant vers $+1$. Remarquons que, si dans ce cas nous faisons $r=0$, l'intégrale (5) se réduit à l'intégrale de Fejér.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une décomposition d'un intervalle en une infinité non dénombrable d'ensembles non mesurables.* Note de MM. **W. Sierpiński** et **N. Lusin**, présentée par M. Hadamard.

Le but de cette Note est de démontrer l'existence d'*une décomposition de l'intervalle* (0, 1) *en une infinité de puissance du continu d'ensembles sans points communs deux à deux et tels que la mesure extérieure de chacun de ces ensembles est égale à* 1. La démonstration de cette existence utilisera le théorème de M. Zermelo, d'après lequel il existe un ensemble bien ordonné de puissance du continu.

Soit Ω_0 le plus petit nombre transfini tel que l'ensemble de tous les nombres transfinis $\alpha < \Omega_0$ ait la puissance du continu. Il existe donc un ensemble bien ordonné du type Ω_0

$$(1) \qquad x_1, \quad x_2, \quad x_3, \quad \ldots, \quad x_\omega, \quad \ldots, \quad x_\alpha, \quad \ldots \quad (\alpha < \Omega_0)$$

contenant une et une seule fois tout point x de l'intervalle (0, 1). Or, l'ensemble de tous les ensembles parfaits contenus dans (0, 1) ayant la puissance du continu (et d'après $c.c=c$, c désignant la puissance du continu), il existe un ensemble bien ordonné du type Ω_0

$$(2) \qquad P_1, \quad P_2, \quad P_3, \quad \ldots, \quad P_\omega, \quad \ldots, \quad P_\alpha, \quad \ldots \quad (\alpha < \Omega_0)$$

contenant tout ensemble parfait de l'intervalle (0, 1) une infinité de puissance du continu de fois.

Prenons maintenant le premier point p_1 de la suite (1) contenu dans l'ensemble P_1, ensuite le premier point p_2 de la suite (1) contenu dans P_2 et autre que p_1, puis le premier point p_3 de (1) contenu dans P_3 et autre que p_1 et p_2, et ainsi de suite transfiniment. Généralement, α étant un nombre ordinal fini ou transfini donné $< \Omega_0$, désignons par p_α le premier point de la suite (1) contenu dans P_α et autre que tous les points

$$(3) \qquad p_1, \quad p_2, \quad \ldots, \quad p_\omega, \quad \ldots, \quad p_\xi, \quad \ldots \quad (\xi < \alpha).$$

On voit sans peine que, pour tout nombre $\alpha < \Omega_0$ un tel point p_α existe dans P_α, puisque l'ensemble parfait P_α a la puissance du continu et (3) est

un ensemble du type $\alpha < \Omega_0$, donc, d'après la définition du nombre Ω_0, de puissance inférieure à celle du continu.]

Nous avons donc ainsi défini un ensemble bien ordonné de points différents de (o, 1)

$$(4) \qquad p_1, \quad p_2, \quad p_3, \quad \ldots, \quad p_\omega, \quad \ldots, \quad p_\alpha \quad (\alpha < \Omega_0)$$

du type Ω_0.

Soit maintenant P un ensemble parfait, situé dans (o, 1). La suite (2) contenant P une infinité de puissance du continu de fois, l'ensemble des indices successifs α satisfaisant à la condition $P_\alpha = P$ sera évidemment du type Ω_0. Soient

$$\alpha_1, \quad \alpha_2, \quad \alpha_3, \quad \ldots, \quad \alpha_\omega, \quad \ldots, \quad \alpha_\beta, \quad \ldots \quad (\beta < \Omega_0)$$

ces indices et posons

$$p_{\alpha_\beta} = q_\beta(P) \qquad (\text{pour } \beta < \Omega_0).$$

A tout ensemble parfait P de (o, 1) correspondra donc un ensemble bien ordonné de points différents

$$(5) \qquad q_1(P), \quad q_2(P), \quad \ldots, \quad q_\omega(P), \quad \ldots, \quad q_\beta(P), \quad \ldots \quad (\beta < \Omega_0)$$

du type Ω_0; l'ensemble (5) sera évidemment sous-ensemble de P et aux ensembles P inégaux correspondront toujours des ensembles (5) sans point commun.

Posons maintenant, pour tout nombre donné $\beta < \Omega_0$,

$$Q_\beta = \sum_{\mathfrak{P}} q_\beta(\mathfrak{P}),$$

la sommation s'étendant à tous les ensembles parfaits de (o, 1).

On voit sans peine que les ensembles Q_β et $Q_{\beta'}$ seront sans points communs pour $\beta \neq \beta'$ et que tout ensemble Q_β contiendra au moins un point de tout ensemble parfait de (o, 1).

Or on démontre sans peine que tout ensemble situé dans (o, 1) et contenant au moins un point de tout ensemble parfait de (o, 1) a la mesure extérieure (lebesguienne) égale à l'unité. [Soit en effet $\mathcal{E}$ un tel ensemble : si la mesure extérieure de $\mathcal{E}$ était < 1, on pourrait enfermer (au sens étroit) $\mathcal{E}$ dans une infinité dénombrable d'intervalles dont la somme des longueurs est < 1 : les points de (o, 1) non intérieurs à aucun de ces intervalles formeraient donc un ensemble fermé de mesure positive, donc contenant un

ensemble parfait. Il existerait donc dans $(0, 1)$ un ensemble parfait sans point commun avec $\mathcal{E}$, contrairement à la propriété de $\mathcal{E}$.

Désignons encore par Q_0 l'ensemble de tous les points de $(0, 1)$ (s'il existe) n'entrant dans aucun des ensembles Q_β $(\beta < \Omega_0)$ (on pourrait d'ailleurs démontrer sans peine que l'ensemble Q_0 est nul) : les ensembles

$$Q_0 + Q_1, \quad Q_2, \quad Q_3, \quad \ldots, \quad Q_\omega, \quad \ldots, \quad Q_\beta, \quad \ldots \quad (\beta < \Omega_0)$$

donneront donc la décomposition cherchée de l'intervalle $(0, 1)$ en une infinité de puissance du continu d'ensembles sans points communs deux à deux, dont chacun a la mesure extérieure égale à 1. On voit aussi sans peine que la mesure intérieure de chacun de ces ensembles sera nulle.

Nous signalerons encore en quelques mots une voie un peu différente pour arriver à une décomposition de l'intervalle dont nous venons de parler.

Soient, comme plus haut, Ω_0 le plus petit nombre transfini correspondant à la puissance du continu et

$$S_1, \quad S_2, \quad S_3, \quad \ldots, \quad S_\omega, \quad \ldots, \quad S_\alpha, \quad \ldots \quad (\alpha < \Omega_0)$$

une suite transfinie du type Ω_0 formée de tous les ensembles parfaits contenus dans $(0, 1)$.

Prenons maintenant un point s'_1 dans S_1, deux nouveaux points s''_1 et s''_2 dans S_2, trois nouveaux points s'''_1, s'''_2 et s'''_3 dans S_3, et ainsi de suite transfiniment (généralement prenons dans S_α les points $s_1^{(\alpha)}, s_2^{(\alpha)}, \ldots, s_\alpha^{(\alpha)}$). Pour tout nombre ordinal donné $\alpha < \Omega_0$, les points

$$s_\alpha^{(\alpha)}, \quad s_\alpha^{(\alpha+1)}, \quad s_\alpha^{(\alpha+2)}, \quad \ldots, \quad s_\alpha^{(\alpha+\omega)}, \quad \ldots, \quad s_\alpha^{(\alpha+\beta)}, \quad \ldots \quad (\beta < \Omega_0)$$

formeront, comme on le voit sans peine, un ensemble $\mathcal{E}_\alpha$, possédant des points communs avec tout ensemble parfait de $(0, 1)$ (puisque tout ensemble parfait contient une infinité de puissance du continu de sous-ensembles parfaits).

Les ensembles $\mathcal{E}_\alpha$ $(\alpha < \Omega_0)$ sont de mesure extérieure égale à 1, sans points communs deux à deux.

OPTIQUE. — *Démonstration expérimentale de la constance de vitesse de la lumière réfléchie par un miroir en mouvement.* Note de M. **Q. Majorana**, transmise par M. G. Lippmann.

Cette recherche se rattache à la question de savoir si la vitesse de la lumière est une constante, comme le voudrait le deuxième postulat de la

théorie de la relativité. On a commencé, par raison de moindre difficulté expérimentale, à étudier la vitesse de la lumière émise par une source fixe, et réfléchie par un miroir en mouvement; on essayera ensuite de répéter la même recherche, pour le cas d'une source terrestre en mouvement.

Bien que la question puisse sembler déjà résolue par les expériences de Galitzine et Wilip (miroirs en mouvement et examen de la lumière par des réseaux de diffraction), ou même par celles de Stark et Paschen sur les rayons canaux, les conclusions qu'on peut tirer de ces expériences ne sont pas très sûres.

Je me suis proposé d'examiner la lumière réfléchie sur un miroir en mouvement par une méthode interférentielle simple, dont on va exposer le principe.

Il est facile de voir que si l'on admet que la vitesse d'un rayon de lumière de fréquence n ne change pas, par la réflexion sur un miroir en mouvement, tandis que, par l'effet Doppler, la fréquence devient $n' = n(1 + \beta)$, où $\beta = \frac{v}{c}$ (v étant la composante de la vitesse de l'image selon le rayon réfléchi, et c la vitesse de la lumière), la nouvelle longueur d'onde sera $\lambda' = \lambda(1 - \beta)$. Si, au contraire, on admet que, à la vitesse c de la lumière incidente, on doit ajouter ladite composante (hypothèse de Stewart, Thomson, Comstock, etc.), la fréquence nouvelle est encore $n' = n(1 + \beta)$, mais la longueur d'onde reste inaltérée et égale à λ.

Ces deux hypothèses correspondent, respectivement, au deuxième postulat de la théorie de la relativité, et à une sorte de théorie *émissive* ou *émanative* de la lumière, dont on a un exemple dans l'étude critique de W. Ritz.

On a tiré parti de ces considérations dans la disposition expérimentale suivante :

La lumière employée est celle de l'arc à mercure dans le vide (ligne verte, $\lambda = 546^{\mu\mu}$). On fait tomber un rayon de cette lumière sur une roue de 38^{cm} de diamètre, dont la périphérie est munie de 10 petits miroirs uniformément espacés sur la périphérie même. Les plans des miroirs sont normaux au plan de la roue et sont légèrement et également inclinés sur le rayon de la roue passant par chacun des miroirs. Des miroirs fixes ramènent la lumière, successivement, sur un certain nombre des miroirs mobiles de la roue (ordinairement 4), de sorte que, si la roue fait un nombre de tours par seconde $g = 60$, la composante de la vitesse de l'image du dernier miroir mobile, selon le rayon réfléchi par ce miroir, est de presque 450^{m} par seconde. Naturellement la lumière qu'on peut recueillir par la réflexion du dernier miroir mobile est constituée par une série de lueurs presque instantanées de nombre $10g$ par seconde. Cette lumière, qui semble à l'œil tout à fait continue, est beaucoup plus faible que la lumière incidente, mais suffisante pour les observations.

Pour examiner la lumière réfléchie par le dernier miroir mobile, je me suis servi de l'interféromètre de Michelson, avec une grande différence de marche entre les rayons interférents (10^{cm} à 32^{cm}). Dans ces conditions, si l'on observe avec une lunette les franges circulaires à l'infini, il est possible d'apercevoir un déplacement de celles-ci, même si la longueur d'onde incidente varie seulement de quelques millionièmes de sa valeur. Et, précisément, si l est la différence de marche des deux rayons interférents, λ la longueur d'onde du rayon employé, v la composante de la vitesse de l'image du dernier miroir mobile, suivant le rayon réfléchi, et c la vitesse de la lumière,

$$f = \frac{l}{\lambda} \frac{v}{c}$$

sera le nombre de franges qui passent à travers le fil du micromètre oculaire de la lunette, lorsque la roue passe de l'immobilité au mouvement rotatoire. Si l'on fait tourner la roue dans un sens, et ensuite dans le sens opposé, avec la même vitesse, on observera, évidemment, le déplacement d'un nombre double de franges, c'est-à-dire $2f$. Ceci est vrai si l'on admet la constance de c; mais si c était variable, ou si proprement à la valeur $c = 3.10^{10}$ cm : sec, on devait ajouter les 450 m : sec, correspondant à la composante de vitesse de l'image du dernier miroir, dans la direction du rayon réfléchi, aucun déplacement de frange ne serait observable.

Or l'expérience, conduite de la manière susdite, lorsque $l = 130^{mm}$, donne un déplacement, très nettement observable, compris entre 0,7 et 0,8 frange, quand la roue passe de la vitesse de 60 tours par seconde dans un sens à une vitesse égale et contraire. Le calcul fait prévoir un déplacement de $2f = 0,71$, qui est donc en bon accord avec l'expérience.

Il est permis, par conséquent, de conclure que : *dans les conditions indiquées, la vitesse de propagation de la lumière n'est pas influencée par la vitesse de déplacement des miroirs sur lesquels elle se réfléchit.*

Je me propose, prochainement, d'examiner avec le même dispositif, le cas où une source terrestre est mise artificiellement en mouvement.

PHYSIQUE. — *Sur l'effet thermoélectrique par étranglement dans le cas du mercure.* Note (¹) de M. **Carl Benediks**, présentée par M. Henry Le Chatelier. (Extrait.)

L'effet thermoélectrique dont j'ai démontré l'existence est étroitement lié à l'effet Thomson, dont il peut être considéré comme le renversement. Il est facile de voir que si l'on convient de considérer la force électromo-

(¹) Séance du 17 septembre 1917.

trice développée comme positive, quand le courant va du froid au chaud, le signe de cette force doit être le même que celui de l'effet Thomson. Pour vérifier cette indication, on peut substituer à l'effet Thomson, qui n'a pas été mesuré sur un grand nombre de métaux, le second coefficient β du pouvoir thermoélectrique du métal considéré opposé au plomb. Ce coefficient est toujours de même signe que l'effet Thomson. J'ai fait cette comparaison sur une trentaine de métaux et d'alliages, et l'accord a toujours été complet.

Mais pendant longtemps des objections ont été faites à la réalité de l'existence de l'effet Thomson. Clausius, Wiedemann le considéraient comme un vague effet Peltier occasionné par l'hétérogénéité de la structure des métaux industriels. Ces critiques ont persisté jusqu'au jour où Haga réussit à observer l'effet Thomson dans le mercure liquide.

Les mêmes objections pouvant être faites au nouvel effet thermoélectrique, il m'a semblé nécessaire d'en démontrer également l'existence dans le cas du mercure.

Une première expérience a été faite avec une petite cuve en verre renfermant une lame de mercure de $0^{mm},1$ d'épaisseur, qui était suspendue dans un champ magnétique. En la chauffant dissymétriquement, on observait dans un champ de 500 gauss des déviations sur l'échelle de 19^{mm}. En répétant l'expérience dans un champ nul pour apprécier l'importance des courants d'air produits par le chauffage, la déviation ne dépassa pas $1^{mm},5$.

On constata enfin que le sens de la déviation change avec le signe du champ magnétique, comme le veut la théorie.

Mais dans tous les cas la déviation observée était de signe contraire à celle que fait prévoir le sens de l'effet Thomson, tel que l'indique Baedeker (*Die elektrischen Erscheinungen in metallischen Leitern*, p. 76, 1911, Braunschweig). J'eus beau répéter et varier les expériences, il me fut impossible de rétablir l'accord et je perdis un temps considérable à ces tentatives. Je me décidai alors à mesurer directement l'effet Thomson sur l'échantillon de mercure qui avait servi à mes expériences. Je le trouvai de signe contraire à celui qu'indique cet auteur. En faisant le relevé bibliographique des recherches antérieures, je reconnus qu'elles étaient toutes d'accord avec les miennes : Haga (1886), Schoutt (1907) et Cermak (1910); les indications de Baedeker étaient complètement inexactes.

On peut donc affirmer que le nouvel effet thermo-électrique par étranglement existe également dans les métaux liquides et que son signe y est bien conforme à celui que fait prévoir la théorie.

Les tentatives faites pour manifester l'existence de cet effet au moyen du galvanomètre, en appliquant le principe d'étranglement, c'est-à-dire en produisant un changement brusque de section dans un tube capillaire rempli de mercure, n'ont pas donné de résultats certains. Les parois du tube de verre modifient la répartition des températures dans la colonne de mercure, compensant en partie l'effet du changement brusque de section. On obtient le même résultat négatif avec les corps solides, quand on les enduit de verre autour du point d'étranglement. Une croix de platine, qui donnait primitivement à l'air libre une déviation de 223^{mm}, fut recouverte, au point de jonction des deux fils, d'une couche très mince de verre fondu. La déviation tomba immédiatement à 43^{mm}, soit à moins du cinquième de sa valeur primitive.

PHYSIQUE. — *Sur les spectres des rayons X des éléments isotopes.* Note de MM. **Manne Siegbahn** et **W. Stenström**, transmise par M. Villard.

Nous savons, par les recherches de MM. Rutherford et Andrade, que les spectres des rayons γ de Ra B et Ra C présentent un accord (¹) essentiel avec les spectres des rayons X de leurs isotopes. Il n'est pas facile de juger de la latitude de cet accord, quant à la valeur numérique des longueurs d'onde, par des mensurations pratiquées dans des conditions différentes. Il semble pourtant que la différence éventuelle est inférieure aux limites de l'erreur.

Une comparaison des spectres des rayons γ des matières radioactives avec les spectres des rayons X de leurs isotopes paraît moins aisée qu'une étude analogue des spectres des rayons X d'isotopes différentes. En vue d'une telle étude il y a d'abord les deux isotopes : plomb-Ra G, parce que le Ra G existe en pureté et en quantités suffisantes et que, d'autre part, le poids atomique en est bien défini. On sait que M. O. Hœnigschmid, en utilisant le minerai uraninite pur, cristallisé, provenant de Morogoro, est parvenu à produire une préparation d'une pureté exceptionnelle. Grâce à l'aimable complaisance du professeur Hœnigschmid, nous avons été à même de comparer les spectres des rayons X de cette préparation de Ra G (²) avec celui du plomb ordinaire.

(¹) Voir M. Siegbahn, *Ber. über die Röntgensp., etc.* (*Jahrb. d. Rad. und Elektronik*, 1916).

(²) Le poids atomique de la préparation était, selon les constatations de M. Hœnigschmid, de 206,05, tandis que celui du plomb ordinaire est de 207,18.

Notre étude porte aussi bien sur toute la série L que sur les lignes les plus fortes (α, β) de la série M. Dans l'un et l'autre cas, les deux spectres furent reproduits sur une même plaque, dans des conditions absolument identiques.

En interceptant les rayons au moyen d'un écran de plomb, nous avons obtenu qu'une bande au centre de la plaque fût éclairée par le spectre des rayons X du RaG, tandis que le spectre du plomb se reproduisait sur les parties extérieures. Dans aucun des cas on n'a eu à constater de déplacement ni d'autre changement des lignes spectrales.

Nous constatons donc, comme résultat final, que les longueurs d'onde des spectres des rayons X des isotopes plomb-RaG, avec l'exactitude acquise d'environ $0,0001.10^{-8}$ cm, s'accordent ensemble. Il avait été, comme on le sait, constaté déjà auparavant que les spectres ordinaires, visibles et ultraviolets, sont également identiques, de sorte que la différence dans les oscillations atomiques, produite par la masse différente du noyau de l'atome, échappe à nos mensurations, supposition à laquelle prédisposaient déjà des réflexions purement théoriques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Martensite, troostite, sorbite.* Note de M. **P. Dejean**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Nous avons indiqué dans une Note antérieure (¹) les relations existant entre les points critiques de refroidissement des aciers et la production des constituants micrographiques troostite et martensite.

L'interprétation des résultats obtenus dépend essentiellement, dans la forme, de la définition admise pour les constituants; c'est pourquoi nous n'avons pas cru inutile de revenir ici sur cette question.

Tout le monde est bien d'accord sur les propriétés physiques de la martensite; quant à sa nature chimique, il semble que la seule théorie actuellement admissible est celle que M. Le Chatelier a soutenue depuis fort longtemps en opposition avec celle d'Osmond, et qu'il a rappelée dans une Communication récente (²).

La question de la troostite est beaucoup plus complexe. C'est encore M. Le Chatelier qui, en 1908 (³), montrait la question sous son véritable

(¹) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 182.

(²) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 172.

(³) *Revue de Métallurgie*, t. 5, 1908, p. 169-170.

jour. Parlant du constituant qu'il désignait alors sous le nom de constituant X, il disait :

Il est caractérisé dans tous les cas par la propriété générale de prendre une coloration noire très intense, quand on attaque la surface polie du métal par les réactifs acides les plus faibles employés dans la métallographie du fer. Ce constituant a reçu suivant les occasions, les noms de *troostite*, *osmondite*, *troosto-sorbite* et quelquefois même de *sorbite* (Stead). Ces différents noms se rapportent surtout aux conditions différentes dans lesquelles on l'obtient.

Troostite. — Nous appelons *troostite* le constituant, facilement attaquable par les réactifs micrographiques, qui s'obtient lorsqu'on trempe un acier (préalablement chauffé à une température *au moins égale* à celle du point critique Ac_1), avec une énergie insuffisante pour obtenir de la martensite pure. Il se présente généralement sous forme de taches à contours arrondis ou quelquefois même bordées d'aiguilles, réparties sur un fond de martensite ou d'austénite. C'est ce constituant qu'on pourrait appeler aussi *troostite de trempe* dont nous avons noté la formation au point A. Il correspond assez bien à la troostite d'Osmond et à la troosto-sorbite de Kourbatoff. C'est un agrégat ultramicroscopique de carbure de fer et de fer.

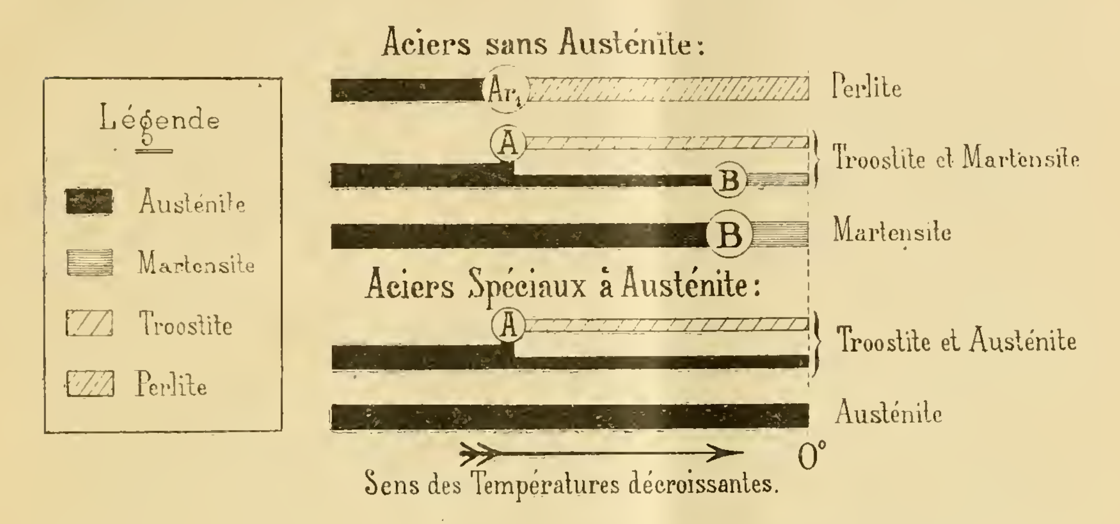
Sorbite. — Nous réservons le nom de *sorbite* à un constituant chimiquement et physiquement à peu près identique à celui dont nous venons de parler et qui s'obtient par traitement thermique *au-dessous du point critique* Ac_1 d'un acier préalablement trempé. Ce constituant, appelé quelquefois *troostite de revenu*, ne diffère guère du précédent que par son mode de formation et son aspect micrographique. Tandis que la *troostite de trempe* se présente ordinairement sous forme de taches foncées sur fond clair, la *troostite de revenu* (sorbite) constitue généralement le fond même de la préparation. Elle résulte de la décomposition, *in situ*, de la martensite. Sa formation n'a pas de relation avec le point A tel que nous l'avons défini antérieurement. Ce constituant de revenu ainsi défini correspond assez exactement à la *sorbite* de Stead [1].

On pourrait même réserver le nom de *sorbite* au constituant des aciers revenus au voisinage du point critique et de prendre celui d'*osmondite* pour le constituant beaucoup moins bien formé qu'on trouve dans les aciers revenus à une température plus basse (300° à 400°), suivant la proposition que faisait en 1908 M. Le Chatelier.

---

[1] *Sorbitic steel rails* (*Iron and Steel Institute*, septembre 1903).

Les diagrammes de la figure 1 résument assez simplement nos travaux sur les points critiques A et B, si l'on admet les définitions que nous avons données plus haut, et qui, sans être rigoureusement classiques, se réfèrent aux meilleurs auteurs en la matière : MM. Osmond, Le Chatelier et Stead.



Dans cette même hypothèse, ils sont également d'accord avec les expériences récentes de MM. Portevin, Garvin et Chévenard.

La formation de la perlite et celle de la troostite étant caractérisées par le même point (point A), il est facile de concevoir qu'on peut passer de l'un à l'autre de ces constituants en modifiant légèrement les conditions de leur production.

PHYSIOLOGIE. — *Sur une méthode nouvelle d'inscription graphique en physiologie.* Note de M. **L.-C. Soula**, présentée par M. Charles Richet.

La méthode est basée sur le principe suivant : Si l'on monte sur un circuit de pile un microphone et un solénoïde dans l'axe duquel est placé un aimant, toutes les variations de résistance produites dans le microphone par des pressions extérieures détermineront des modifications correspondantes du champ magnétique; un fer doux placé devant l'aimant, s'il est muni d'un stylet, devra donc pouvoir inscrire les pressions subies par le microphone.

Pour que l'inscription ait une amplitude suffisante, il est nécessaire que les variations du champ magnétique soient relativement très grandes, par suite que les variations d'intensité du courant de pile soient très marquées. Il importe donc que la partie *inscripteur* du circuit présente une résistance faible par rapport à celle du microphone. Si, par exemple, les pressions qu'on exerce sur le microphone font varier sa résistance dans les limites 40^{ω} à 100^{ω} et que l'inscripteur employé ait une résistance de 5^{ω}, les variations de résistance du circuit total oscilleront de $(40+5)^{\omega}$ à $(100+5)^{\omega}$, ce qui réaliserait des conditions excellentes.

N'ayant pu disposer que d'un inscripteur très résistant, j'ai utilisé un transformateur pour rendre les variations mieux inscriptibles.

Le dispositif employé a donc comporté :

1° Un primaire, sur lequel était monté le microphone explorateur (courant de pile de deux à quatre éléments de 1,25 volt en série);

2° Un secondaire, sur lequel était monté l'inscripteur.

Ce mode opératoire peut présenter des inconvénients; mais il serait possible d'y remédier, à l'aide d'une instrumentation plus souple que celle dont j'ai disposé.

Les graphiques que je présente à l'Académie ont été recueillis avec des appareils de contention rudimentaires ou même sans appareils de contention.

J'ai cru devoir communiquer mes premiers résultats, quelque incomplets qu'ils soient, en raison de l'impossibilité momentanée où je me trouve d'en obtenir de meilleurs, parce que, en dehors de son originalité, par la sensibilité et la possibilité d'inscription à distance qu'elle apporte, la méthode nouvelle me paraît devoir rendre des services et mériter d'être portée à la connaissance des physiologistes.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Parasitisme des graines toxiques ou riches en huiles essentielles*. Note (1) de M. V. Galippe, présentée par le prince Bonaparte.

Dans une Note du 2 août 1915 sur le *Parasitisme des graines et son importance en Biologie générale*, j'ai fait connaître que les graines normales, en une proportion très considérable, renfermaient des parasites. J'ai indiqué

(1) Séance du 24 septembre 1917.

également quels étaient, suivant moi, les modes de colonisation des graines, ainsi que l'action tératogène qui pouvait en résulter. Je signalerai aujourd'hui la présence de parasites dans les graines toxiques ou riches en huiles essentielles.

I. — Graines toxiques.

1° *Fève de Calabar* [*Physostigma venenosum* (Balf.)]. — Cette graine renferme plusieurs principes toxiques : l'ésérine, la calabarine, l'éséridine, etc. Elle donne facilement des cultures dans lesquelles domine la forme bacillaire.

2° *Fèves de Saint-Ignace* [Semences du *Strychnos Ignatii* (Bergius), *Ignatia amara* (L.), *Ignatia Philippinica* (Lour)] renferment $0^g,860$ de strychnine et $2^g,165$ pour 100 de brucine (Bourquelot). Cette graine donne des cultures très riches en microorganismes, dans lesquelles domine également la forme bacillaire.

Quand on laisse suffisamment vieillir ces cultures de façon à obtenir la désintégration des tissus, on voit apparaître, en vertu de la *microbiose*, des organismes extrêmement petits évoluant vers la forme bacillaire.

3° *Noix vomique* [*Strychnos nux vomica* (L.)] renferme $0^g,745$ de strychnine et $1^g,625$ de brucine pour 100 (Bourquelot). Ces graines fournissent des cultures abondantes dans lesquelles la forme bacillaire domine. Après deux ou trois mois, on voit apparaître également des organismes extrêmement petits provenant de phénomènes de *microbiose*.

Ayant injecté, sous la peau d'un cobaye du poids de 500^g, 1^{cm^3} d'une culture de noix vomique, vieille d'un peu plus de deux mois, celui-ci n'a manifesté aucune réaction, ce qui tend à démontrer que les alcaloïdes avaient été détruits par les microorganismes et que ces derniers n'avaient aucun pouvoir pathogène. On sait, du reste, que des champignons inférieurs, ainsi que des microorganismes, peuvent se développer dans des solutions d'alcaloïdes.

4° Mon ami, M. le professeur Guignard, a bien voulu me confier un certain nombre de spécimens de haricots à acide cyanhydrique (*Phaseolus lunatus* L.), dont il a magistralement étudié les propriétés toxiques dans un travail publié en 1906, *in Bulletin des Sciences pharmacologiques*.

Haricots de Birmanie (variété blanche). — La proportion d'acide cyanhydrique dosée par M. Guignard variait entre 0g,020 et 0g,030 pour 100.

Les cultures ont donné des résultats positifs dans lesquels les formes bacillaires sont en majorité. Dans les ensemencements sur gélose, les microorganismes dus à la microbiose se sont montrés extrêmement abondants.

Variété rouge. — Donne également des cultures, mais présentant des caractères un peu différents de celles obtenues avec la variété blanche. On y remarque de très gros bacilles sporogènes, donnant naissance à des spores proliférant à leur tour et s'organisant en chaînettes plus ou moins longues. Nous avons également rencontré dans nos cultures des tubes mycéliens extrêmement fins et qui nous ont paru devoir être rapprochés du genre *Nocardia*.

Haricots de Java (variété blanche), quantité d'acide cyanhydrique non dosée. Cette variété a donné des cultures plus tardives que la précédente. Elles renfermaient des bacilles grêles, sporogènes et un nombre considérable de microcoques évoluant vers la forme bacillaire (*microbiose*). Sur gélose on obtient des cultures pures de diplocoques.

Variété rouge. — C'est la forme bacillaire qui domine dans les cultures; cependant, par ensemencement sur gélose, on obtient, comme précédemment, une culture pure de diplocoques.

Variété tigrée. — Cultures riches en bacilles sporogènes; microcoques évoluant vers la forme bacillaire et résultant vraisemblablement d'un phénomène de *microbiose*. Champignons inférieurs d'espèces non déterminées.

II. — Graines riches en huiles essentielles.

Les huiles essentielles jouent généralement, dans les cultures, le rôle d'antiseptiques. Pasteur a démontré depuis longtemps que le suc d'oignons s'opposait complètement à la formation de la levure de bière et, en 1887, j'ai signalé que l'ail jouissait du même pouvoir inhibiteur vis-à-vis des microorganismes. Les graines, riches en huiles essentielles, donnent plus difficilement des cultures que les graines toxiques et il faut attendre souvent longtemps que ces huiles essentielles se soient évaporées, à la température de l'étuve, pour obtenir des résultats positifs.

1° *If. Taxus baccata* (L.). — Alors que la baie donne facilement des cultures, la graine, riche en huile essentielle, ne fournit des résultats positifs qu'après plus de deux mois d'attente. Dans mes expériences j'ai observé des microcoques très réfringents et ne prenant pas la matière colorante. On constate également leur existence dans les cellules de la graine. Ils évoluent vers les formes diplobacillaire et bacillaire. Ces microorganismes sont vraisemblablement d'origine intracellulaire.

2° *Noix muscade* [Graine du *Myristica fragrans* (Houttuyn). *M. Moschata* (Thunb.), *M. aromatica* (Lam.), *M. officinalis* (L.)]. — Ce n'est qu'après 5 ou 6 mois d'attente que les ensemencements ont donné des cultures constituées par de très nombreux diplocoques formant des colonies blanches, arrondies, d'aspect gras. Ces microorganismes étaient doués de mouvements; la forme tétragène était assez fréquente.

3° *Fève Tonka* [*Dipterix odorata* (Wild), *Coumarouna odorata* (Aubl.)]. — Bien que très riche en huile essentielle, la fève Tonka donne des cultures positives entre le douzième et le quinzième jour, avant la complète évaporation des gouttelettes d'essence. Cultures riches en bacilles présentant les mêmes caractères dans les divers milieux employés.

On conçoit que pour les graines riches en huile essentielle, le procédé consistant à immerger les fragments de graine dans un liquide nutritif ne soit pas à recommander, les huiles essentielles venant former une couche isolante à la surface du liquide et modifiant ainsi les conditions habituelles de culture.

Il vaut mieux employer des milieux solides ou recourir au procédé que j'ai indiqué en 1891.

4° *Poivre noir* [*Piper nigrum* (L.)]. — Le poivre renferme une huile essentielle, de la résine et un alcaloïde, la pipérine. On savait depuis longtemps que les macérations de poivre donnaient naissance à de nombreux microorganismes, mais on pensait que ceux-ci avaient été apportés par les germes de l'air. Au bout de peu de jours, nos cultures ont donné des résultats positifs. Elles renfermaient un grand nombre de bacilles formant de longues chaînettes. Sur les milieux solides ces bacilles constituent des groupes énormes et deviennent sporogènes. On observe en outre des microcoques d'une extrême petitesse, évoluant vers la forme bacillaire.

5° Si je signale ici les graines du caféier [*Coffea arabica* (L.)], c'est

qu'elles donnent très facilement des cultures et que celles-ci renferment un bacille chromogène donnant une très belle coloration verte.

On voit, par les expériences brièvement rapportées ci-dessus, que le parasitisme des graines est un fait d'ordre général et que celles renfermant des substances toxiques ou des huiles essentielles ne font pas exception à la règle.

PARASITOLOGIE. — *Nouvelle méthode de destruction des Moustiques par l'alternance de leurs gîtes.* Note de MM. **Edm. Sergent** et **Ét. Sergent**, présentée par M. Laveran.

Sous le climat méditerranéen, la durée moyenne de la vie des larves de Moustiques dans l'eau est de trois semaines (de 16 à 25 jours) avant la métamorphose en Insectes parfaits ailés. Nous avons proposé d'appeler *gîtes à Moustiques* les collections d'eau propices à la reproduction de ces Insectes.

Les gîtes sont quelquefois énormes : lacs, étangs, marais inabordables, puissants cours d'eau. Seuls les travaux des ingénieurs modifieront ces grands gîtes en transformant la face du pays.

Mais souvent des gîtes d'étendue très restreinte suffisent à infester toute une région. Dans nombre de villages les gîtes à Moustiques du paludisme sont alimentés uniquement par l'excédent d'eau qui s'écoule des sources, des fontaines, des abreuvoirs et lavoirs, des canaux d'irrigation. Des rigoles se creusent, elles s'étalent parfois en mares qui présentent les conditions d'un bon gîte à Anophélines : eau permanente, renouvelée, sans fort courant.

Dans nos premières campagnes antipaludiques en Algérie, depuis 1902, nous avions employé contre ce genre de gîtes les mesures antilarvaires classiques : maçonnerie et bétonnage des radiers, curage, entretien, faucardement, désherbage, pétrolage, suppression des trous de sabots des troupeaux, régularisation des cours d'eau, comblement, drainage.

Depuis 10 ans ([1]) nous expérimentons avec succès dans le Tell algérien un nouveau procédé plus simple.

([1]) *Campagne antipaludique de* 1908 (Alger, Veuve Heintz, 1909, 217 pages), p. 170; *Annales Institut Pasteur*, t. 24, janvier 1910, p. 66, et novembre 1910, p. 913; *Ibid.*, depuis 1908 (*passim*).

Soit un cas fréquent : le gîte formé par l'eau qui s'écoule d'une source. Au lieu de laisser la source donner naissance à un unique ruisseau, creusons deux fossés qui recevront à tour de rôle, chacun pendant une semaine, toute l'eau de la source. Un simple petit barrage de terre (ou une vanne) dirige l'eau à volonté dans l'un ou l'autre fossé. Pendant la semaine où il est en service, chaque fossé devient un gîte : des Anophélines pondent, des larves éclosent. Puis vient la semaine de repos : l'eau n'arrive plus, le fossé sèche sous le soleil estival, les larves meurent faute d'eau.

Tour à tour chaque fossé est rempli d'eau pendant une semaine et s'assèche pendant la semaine suivante : tout le travail consiste en quelques coups de pioche tous les 8 jours pour démolir un barrage de terre dans un fossé et le refaire dans le fossé voisin (ou bien ce sont deux vannes à manœuvrer).

On peut varier le dispositif : au lieu de creuser deux fossés, on peut épandre l'eau successivement à droite et à gauche du canal d'écoulement par une série de barrages dérivatifs. La rotation est calculée de façon à ce que l'eau épandue soit bue par le sol, ou évaporée, en moins de 8 jours, et l'eau n'est rejetée sur le même terrain que plusieurs semaines plus tard : ici encore, un petit barrage de terre dans le fossé, à construire ou à détruire chaque semaine.

Cette technique donne des résultats excellents, ne nécessite que peu de surveillance, et réduit les frais d'une façon considérable. D'après les calculs les plus modérés, la dépense est réduite au moins au dixième de ce que coûtent les mesures antilarvaires ordinaires.

En résumé, un gîte à Moustiques n'est dangereux que s'il est permanent. Dans des cas très fréquents, un remède consiste à remplacer ce gîte continu par deux gîtes alternatifs.

En pays méditerranéen, les larves de Moustiques ont besoin d'un gîte qui subsiste environ trois semaines. Rompons la permanence du gîte en le dédoublant, chacun des doubles ne recevant de l'eau que pendant une semaine.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *Sur la digestibilité du pain et la meilleure utilisation du froment.* Note de M. Gabriel Bertrand, présentée par M. Maquenne.

Dans une Note récente ([1]) M. Lapicque, en se fondant sur les expériences de Snyder, a appelé l'attention de l'Académie sur l'avantage qui paraît résulter, au point de vue calorimétrique, de l'emploi des farines à haut taux d'extraction dans la fabrication du pain.

Des expériences très nombreuses ont été effectuées en Amérique, de 1899 à 1905, par Snyder, Woods et Merrill, en vue de résoudre la question de savoir quelle est la farine qui donne le meilleur pain, et elles ont nettement établi, confirmant en cela les recherches chimiques de A. Girard et de Fleurent ([2]), la supériorité de la farine blanche sur celles à taux d'extraction élevé; il m'a paru nécessaire de les revoir au point de vue de l'utilisation du grain.

Après en avoir examiné avec soin les protocoles, j'en ai retenu un peu plus d'une soixantaine, dont les résultats vraiment comparables peuvent servir de base au calcul des coefficients recherchés. Ces expériences sélectionnées se groupent en sept séries, dans chacune desquelles il a été fait usage d'une même sorte de grain, ayant fourni des farines à 72, à 85 et à 100 pour 100 de taux d'extraction. Dans chaque série, trois ou quatre sujets étaient soumis successivement au régime de ces farines transformées en pain; par des analyses chimiques et des déterminations calorimétriques effectuées sur l'aliment et sur les produits d'excrétion, on mesurait alors la perte de substance et la perte d'énergie qu'avait subies chaque farine pendant son passage à travers l'organisme. C'est en multipliant les chiffres ainsi trouvés par les taux d'extraction que j'ai obtenu les nombres suivants, que j'appelle *coefficients de digestibilité* du froment consommé sous forme de pain.

Le calcul a été fait à la fois pour les matières protéiques (Prot.) et pour l'énergie totale, celle-ci évaluée comme d'ordinaire en calories (Cal.).

([1]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 413.

([2]) *Le pain de froment*, par Fleurent; Paris, 1911.

D'après :	Pain à 72 %. Prot.	Cal.	Pain à 85 %. Prot.	Cal.	Pain à 100 %. Prot.	Cal.
Woods et Merrill (1)	64,4	65,2	73,8	76,1	76,5	84,2
Snyder : blé dur de printemps du N.-E. (2)	61,4	64,9	68,3	72,7	77,6	80,7
Snyder : blé dur de printemps (3)	63,6	65,5	73,3	76,3	82,8	85,1
Snyder : blé tendre d'hiver du Michigan (3)	66,8	66,8	72,8	74,8	79,4	82,6
Woods et Merrill : même blé que dans les 1ères expér. de Snyder (4)	67,6	66,9	68,7	73,7	81,3	82,7
Snyder : blé d'Orégon (5)	61,1	68,4	60,4	74,5	63,0	82,3
Snyder : blé d'Oklahoma (5)	65,5	66,3	67,7	71,2	77,3	80,6

Soit, en prenant les moyennes générales :

	Mat. prot.	Calories.
Pain de farine à 72 pour 100	64,33	66,27
» à 85 pour 100	69,28	74,19
» à 100 pour 100	76,84	82,59

Ainsi, quand on passe du pain blanc provenant de farine fine à 72 pour 100 au pain bis obtenu avec de la farine à 85 pour 100, comme celui qui est actuellement réglementaire, il est bien vrai qu'on augmente, en calories, le coefficient de digestibilité du grain de froment de près de 8 pour 100 en valeur absolue, soit environ 12 pour 100 en valeur relative. L'avantage paraît donc rester aux farines à taux d'extraction élevé, mais il y a d'autres considérations qui tendent à le réduire dans une proportion notable.

C'est d'abord la mauvaise qualité du grain, qui augmente le rapport du poids des enveloppes à celui de l'amande, ensuite l'accroissement du tra-

(1) *A report of investigations on the digestibility and nutritive value of bread* (*Department of Agriculture*, Washington, 1900).

(2) *Studies on bread and bread making at the University of Minnesota in* 1899 *and* 1900 (*Ibid.*, 1901).

(3) *Studies on the digestibility and nutritive value of bread at the University of Minnesota in* 1900-1902 (*Ibid.*, 1903).

(4) *Studies on the digestibility and nutritive value of bread at the Maine agricultural Station in* 1889-1903 (*Ibid.*, 1904).

(5) *Studies on the digestibility and nutritive value of bread and of macaroni at the University of Minnesota in* 1903-1905 (*Ibid.*, 1905).

vail nécessaire à la digestion d'aliments plus chargés de matières inertes.

Si tout ce qui disparaît dans le tube digestif était appliqué par l'organisme à sa nutrition, le coefficient de digestibilité se confondrait avec ce qu'on peut appeler le coefficient d'utilisation et il y aurait un intérêt évident pour l'homme à tirer du grain 85 pour 100 de farine au lieu de 72. Mais, avec le pain à 85, la partie non digérée du bol alimentaire est, d'après les chiffres relevés dans les expériences américaines, de trois à quatre fois plus grande que celle laissée par le pain à 72. Le travail perdu par la mastication, le brassage et le transport intestinal de cet excès de substance inerte vient naturellement se déduire des 8 pour 100 calculés ci-dessus. On peut alors se demander si le bénéfice restant suffit à compenser, d'une part les inconvénients multiples que présente le pain à 85 pour 100 et d'autre part la diminution de substance alimentaire qu'entraîne pour les animaux de la ferme un taux d'extraction si élevé. La question reste indécise au point de vue théorique.

En se contentant de retirer 80 parties de farine de 100 parties de grain (supposé pesant 77^{kg} par hectolitre) on atteindrait, ainsi que le montrent les tableaux précédents, un coefficient de digestibilité d'environ 72 pour 100, encore voisin de celui que possède la farine à 85, par conséquent un coefficient d'utilisation à peu près égal, et l'on supprimerait la plus grande partie des défauts du pain actuel, tout en augmentant dans une proportion notable ($\frac{1}{3}$ en poids, davantage en pouvoir nutritif), la fraction du grain laissée à la disposition du bétail, facteur également indispensable à l'alimentation et à la production agricole.

MÉDECINE. — *Résultats de la vaccination antityphoïdique aux armées pendant la guerre.* Note de M. **H. Vincent**, présentée par M. Charles Richet.

L'histoire médicale des guerres a mis en évidence la fréquence extraordinaire de la fièvre typhoïde parmi les soldats combattants. Dans plusieurs d'entre elles (guerre turco-russe de 1877, campagne de Bosnie, expédition de Tunisie, guerre hispano-américaine, guerre de Madagascar, guerre anglo-boer), le chiffre des morts par fièvre typhoïde a presque égalé et parfois dépassé celui des décès déterminés par le feu de l'ennemi.

Pendant la présente guerre, la marche générale des maladies typhoïdes

(fièvre typhoïde et fièvres paratyphoïdes A et B) dans les armées du front français a été la suivante :

1° grave poussée épidémique débutant en novembre 1914 et déjà très atténuée en mars-avril 1915. La vaccination préventive n'a pu être effectuée sur le front pendant cette période, par suite des nécessités de la guerre;

2° recrudescence estivo-automnale beaucoup moins sérieuse en 1915, due surtout aux fièvres paratyphoïdes;

3° à partir de ce moment, diminution rapide de la fièvre typhoïde et des fièvres paratyphoïdes A et B; état sanitaire très satisfaisant.

A la suite de mes missions antityphiques aux armées, la vaccination spécifique contre la fièvre typhoïde a commencé d'une manière très active au mois de février 1915. La vaccination mixte contre les fièvres paratyphoïdes A et B ou contre les trois maladies a été faite à partir des mois d'août-septembre de la même année.

Avant la guerre, et depuis l'année 1911, plus de 200000 hommes stationnés en France, en Algérie-Tunisie et au Maroc avaient reçu du vaccin antityphoïdique préparé par le Laboratoire de l'Armée, au Val-de-Grâce. Environ 20000 hommes avaient été également vaccinés contre la fièvre typhoïde et les fièvres paratyphoïdes A et B, à l'aide du vaccin triple préparé au même laboratoire.

Depuis le 3 août 1914 jusqu'au 1er septembre 1917, le Laboratoire de Vaccination antityphoïdique du Val-de-Grâce a envoyé aux armées du front 5513073 doses de vaccin.

Depuis plus de deux ans, l'armée française du front bénéficie d'un état sanitaire très remarquable : la fièvre typhoïde et les fièvres paratyphoïdes ne s'y manifestent plus qu'à un degré de fréquence très faible.

Cependant toutes les conditions y sont réunies pour favoriser l'éclosion, l'extension et la gravité de ces maladies : immenses masses d'hommes accumulées sur des espaces restreints, et en nombre tel qu'on n'en a jamais observé de semblables en aucune guerre; renouvellement incessant des effectifs; longue durée de la guerre, et combats presque sans répits; contact étroit des troupes et danger permanent de contagion interhumaine par les malades et les porteurs de germes; contamination formidable et continue du sol par les déjections de ces derniers; pullulation des mouches, etc.

Or la rareté des atteintes, et plus particulièrement celle des décès, sont devenues telles, eu égard aux énormes effectifs mis en ligne, que la fièvre typhoïde et les fièvres paratyphoïdes n'entrent plus, à proprement parler, dans les préoccupations du Service de Santé. Après avoir marqué, par leur très grande fréquence pendant l'hiver 1914-1915, le danger redoutable dont elles menaçaient les armées combattantes, ces maladies peuvent être considérées comme pratiquement vaincues.

L'application de la vaccination préventive a soulevé initialement des difficultés résultant de l'état de guerre. Dès que les injections ont pu être opérées dans les armées d'une façon systématique (février 1915), leurs résultats se sont manifestés d'une manière caractéristique : trois semaines après, en effet, la courbe de la morbidité et de la mortalité s'est infléchie brusquement.

La morbidité pour *maladies typhoïdes*, rapportée à 1000 hommes, a été la suivante pendant la période épidémique :

Novembre 1914	6,12
Décembre 1914	7,24
Janvier 1915	7

Elle s'abaisse pendant les mois suivants à 4,38; 2,49; 1,6, ..., remonte un peu à 2,47 et 2,65 en août et septembre, puis décroît de plus en plus. A partir de février 1916, le pourcentage des cas, pour 1000 hommes, descend au-dessous de l'unité, et se maintient de plus en plus bas.

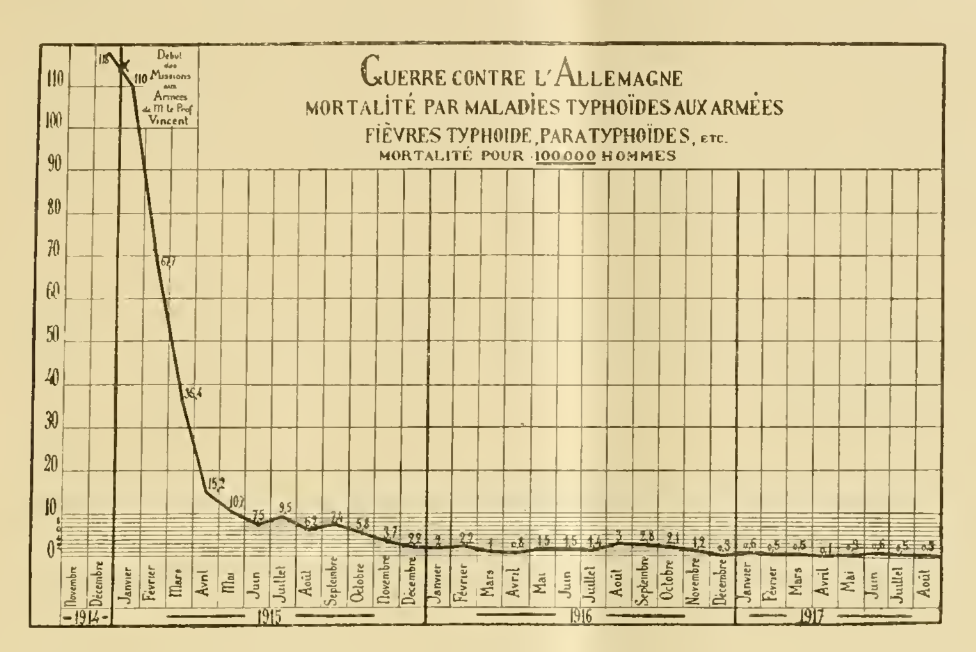
Pendant l'année 1917, les pourcentages mensuels sont extrêmement faibles. Ils sont successivement, à partir de janvier, de : 0,106; 0,048; 0,026; 0,028; 0,036; 0,064; 0,068; 0,063 pour 1000 hommes.

Si l'on envisage la mortalité par maladies typhoïdes on constate, avec non moins de netteté, les effets de la vaccination sur les fièvres paratyphoïdes, aussi bien que sur la fièvre typhoïde.

Cette vaccination s'est de plus en plus généralisée aux armées.

La rareté des cas et des décès a été directement en raison du nombre de vaccinations et revaccinations. La courbe qui traduit cette mortalité, après avoir offert un fastigium très élevé pendant la période de non-vaccination (hiver 1914-1915), descend presque verticalement, et d'une façon remarquable, dès que les vaccinations, faites à cette époque à deux injections, ont été opérées, à la suite de mes interventions aux armées. Elle se maintient, depuis lors, à un étiage tellement bas qu'on est obligé de l'évaluer par rap-

port à 100000 *hommes*. Le pourcentage, même réduit à cette échelle, est, du reste, fort souvent ramené à une fraction d'unité, ainsi que le montre le graphique ci-dessous :



Peut-on apprécier approximativement le bénéfice sanitaire dû à la prophylaxie spécifique ?

Sans donner à ces évaluations une rigueur à laquelle elles ne sauraient prétendre, on peut cependant noter ce qui suit. La moyenne mensuelle des cas de maladies typhoïdes observés pendant la période hivernale de 1914-1915 (novembre à janvier inclus), période de non-vaccination ou de vaccination incomplète, a été de 678,6 pour 100000 hommes; celle des décès, de 98,6 pour 100000 hommes. Sur cette base, et en admettant l'*hypothèse* où 4 à 5 millions d'hommes auraient passé sur le front, le total des cas qui seraient survenus pendant les trente-huit mois actuels de guerre, eût dépassé 1 million; et celui des décès, 145000. Pour aussi élevés qu'ils soient, ces nombres ne tiennent pas compte, cependant, des facteurs aggravants si importants que constituent la longue persistance des hostilités et l'influence de la saison estivo-automnale, pendant ces trois années successives. Ces conditions entraînent toujours, en effet, comme on le sait, une augmentation intense de la fréquence et de la sévérité de la fièvre typhoïde.

La pratique de la vaccination a donc économisé, à l'armée et au pays, un chiffre extrêmement élevé de cas et de décès dus aux maladies typhoïdes.

Abstraction faite des conditions favorisantes si redoutables créées par la guerre violente et prolongée, et en prenant comme terme de comparaison l'état sanitaire de l'armée française avant la guerre, état indiqué par la Statistique médicale officielle pour l'année 1911 (la dernière année publiée), on voit qu'actuellement les *cas de maladies typhoïdes observés dans les armées du front sont près de sept fois moins nombreux et les décès huit fois et demi plus rares qu'en temps de paix*.

CHIRURGIE. — *Sur l'origine cutanée des streptocoques adaptés dans les plaies de guerre.* Note de MM. **C. Levaditi** et **L. Delrez**, présentée par M. Laveran.

Dès le début de nos recherches sur la flore microbienne des plaies de guerre [février 1917 (¹)] nous avons été frappés de l'importance du streptocoque quant à l'insuccès des sutures secondaires (précoces ou tardives). Conformément aux faits observés par Tissier (²), et indépendamment de cet auteur, nous avons constaté que la grande majorité des blessures qui ne se réunissaient pas contenaient du streptocoque, décelable soit par culture, soit par ensemencement de bourgeons, alors même que la courbe microbienne des frottis était à zéro. Il s'agissait de streptocoques en longues chaînettes, la plupart hémolysants et de faible virulence.

Dans la suite, nous avons tenté : 1° de préparer un sérum contre ces variétés de streptocoques, capable de provoquer, sinon la stérilité de la blessure, du moins une certaine atténuation du microbe, permettant la réunion secondaire; 2° de réaliser un vaccin; 3° de trouver une méthode d'intra-dermo-réaction, dont l'application, soit chez le blessé, soit chez l'animal (cobaye), puisse renseigner sur le degré de virulence du streptocoque et, conséquemment, sur l'opportunité de la suture; 4° de déterminer l'origine du coccus en chaînettes.

Quelques-unes de ces recherches sont actuellement en cours; d'autres

(¹) Conférence tenue à La Panne, le 9 juin 1917.

(²) Tissier. *Ann. Inst. Past.*, n° 12. — Debeyre et Tissier, *Bull. Soc. Chir.*, 20 mars 1917.

nous ont déjà fourni des résultats précis, telle l'intra-dermo-réaction. Celle-ci montre que *pendant l'évolution de la streptococcie, il s'opère une vaccination active de l'organisme, en même temps qu'une atténuation évidente du virus*. De ces deux facteurs dépend le succès des sutures secondaires des blessures à streptocoque. Pour l'instant, nous désirons préciser l'origine du coccus en chaînettes.

Dès février 1917, il nous est apparu que le rôle de la peau dans la contamination des plaies était capital. Nous avons insisté sur l'existence de *flores cutanées* propres à certains groupes d'individus, flores dont la transmission est favorisée par la vie en commun (cantonnements, lits, etc.). Il y a des peaux à Friedländer, des peaux à *perfringens*, comme il y a des peaux à streptocoque. Et ceci nous explique pourquoi, en dehors des influences telluriques ou autres, les plaies de certaines unités vivant dans le même secteur sont plus riches en telle ou telle variété microbienne que les blessures d'autres unités. *La notion de porteurs de germes, si riche de conséquences dans le domaine de quelques maladies contagieuses, semble donc devoir être introduite dans celui des traumatismes de guerre.*

Depuis l'arrivée des contingents anglais à l'ambulance *Océan*, le nombre de plaies streptococciques a augmenté considérablement : de 19 pour 100 qu'il était chez les Belges du même secteur, il est monté à 56 pour 100. *L'ensemencement des squames cutanées prélevées loin des lésions, et cela dès l'entrée du blessé à l'ambulance, a prouvé que le streptocoque provient de la peau.* En effet, parmi 57 examens pratiqués chez les Anglais, 31 ont permis de déceler le streptocoque sur la peau, soit dans une proportion de 54 pour 100. Dans 45 cas, il fut possible d'examiner simultanément la plaie et la peau : 17 fois les squames ont fourni une culture streptococcique positive (37 pour 100). Enfin, chez 31 blessés dont la peau renfermait le streptocoque, la plaie était streptococcique dans une proportion de 38 pour 100. Il en résulte que *le pouvoir d'adaptation du streptocoque cutané dans la blessure est considérable chez les Anglais, puisqu'il dépasse le tiers des cas.*

Des recherches parallèles ont été pratiquées sur des contingents belges. Ici, la notion d'une flore cutanée particulière à des groupes d'individus vivant ensemble apparaît d'une façon éclatante. Ainsi, chez des militaires cantonnés à l'arrière du front et ne vivant pas dans les tranchées, les résultats positifs n'ont pas dépassé 12 pour 100; par contre, sur un contingent de 50 hommes ayant quitté les tranchées depuis environ 1 mois et

qui avaient cependant pris des bains, le streptocoque a été décelé sur la peau 31 fois, soit dans 62 pour 100 des cas (54 pour 100 chez les Anglais). *La vie aux tranchées paraît donc favoriser manifestement la streptococcie cutanée.*

D'un autre côté, si l'on compare ces chiffres à ceux fournis par les contingents anglais, on est frappé de ce que, à fréquence égale du streptocoque cutané chez les combattants, les plaies des Anglais sont bien plus souvent streptococciques que les blessures des Belges, toutes choses égales d'ailleurs, et cela dès le début (56 pour 100 au lieu de 19 pour 100). Nul doute que cette différence soit attribuable à la sensibilité particulière de la race anglaise à l'égard du streptocoque. On ne peut s'empêcher de rapprocher ce fait de la fréquence et surtout de la gravité de la scarlatine chez les Anglais. On connaît le rôle important joué par le streptocoque dans les complications de cette maladie. Or, si la scarlatine est grave chez les Anglais, c'est que chez eux l'organisme est plus sensible à l'égard du coccus en chaînettes. *L'insuffisance de la défense antistreptococcique des plaies de guerre semble donc être, chez les Anglais, avant tout, une question de race.*

A 16 heures l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances mai 1917 (*suite et fin*).

Canada. Ministère des mines. *Les gisements de magnétite près de Calabogie, comté de Renfrew, Ontario*, par E. Lindeman; — *Recherches sur les tourbières et l'industrie de la tourbe au Canada*, 1911-12, par A. Anrep. Ottawa, Imprimerie du Gouvernement, 1917; 2 fasc. in-8°.

La vida de un sabio útil : Ferrán, par Marcos-Jesús Bertrán. Barcelona, Ribó, 1917; 1 vol. in-8°.

British antarctic expedition 1907-9 under the command of sir E.-H. Shackleton. *Reports on the scientific investigations : Geology*, vol. II. *Contribution to the palaeontology and petrology of South Victoria Land*. London, William Heinemann, 1916; 1 vol. in-folio.

Catalogue and measures of double stars, by Robert Jonckheere. Reprinted from the *Memoirs of the Royal astronomical Society*, vol. LXI. London, Royal astronomical Society, 1917; 1 vol. in-folio. (Présenté par M. Baillaud.)

Essai sur la représentation topographique du rocher, par F. Schrader. Paris, Club alpin, 1911; 1 fasc. in-8° et une carte du massif de Gavarnie et du Mont-Perdu. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

Notes ptéridologiques, par le prince Bonaparte, fasc. III. Paris, 1916; 1 fasc. (Présenté par l'auteur.)

Mécanique théorique et appliquée, par E.-E. Marchand Bey. Chatou, 1917; 1 vol. in-8°.

Rapport sur les travaux du Bureau central de l'Association géodésique internationale en 1916. Leide, Brill, 1917; 1 fasc.

Report on the progress of agriculture in India for 1915-16. Calcutta, Government printing, 1917; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 3 septembre 1917.)

Note de MM. *Galaine*, *Lenormand* et *Houlbert*, Sur l'exploitation économique des tourbes, etc. :

Page 339, ligne 5 en remontant, *au lieu de* c'est-à-dire à $3^{kg},7$, *lire* c'est-à-dire de $3^{kg},7$.

(Séance du 10 septembre 1917.)

Note de M. *L. Launoy*, Sur la sensibilité de la méthode générale d'extraction des alcaloïdes dans l'eau :

Page 361, ligne 19, *au lieu de* $0^g,0003$ à $0^g,0004$, *lire* $0^g,00003$ à $0^g,00004$.
Même page, ligne 29, *au lieu de* réactions positives vertes, *lire* réactions positives nettes.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 OCTOBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que la prochaine séance publique aura lieu le lundi 10 décembre.

M. **Émile Picard** dépose sur le bureau le Tome IV des *Œuvres d'Hermite*, au début duquel il a placé l'avertissement suivant :

Nous terminons avec ce Volume la publication des Œuvres d'Hermite. Les travaux reproduits vont de 1880 à 1901, année de la mort d'Hermite. On a continué à suivre en général l'ordre chronologique ; cependant plusieurs Mémoires oubliés et quelques articles extraits de journaux scientifiques que nous n'avions pu nous procurer jusqu'ici, ne viennent pas à leur date.

Nous avons reproduit des notices écrites par Hermite pour rendre hommage à quelques mathématiciens, et aussi des discours prononcés dans diverses occasions. Plusieurs de ces pages sont d'un haut intérêt, non seulement au point de vue scientifique, mais parce qu'elles jettent quelque jour sur la personnalité si originale d'Hermite. Elles sont à rapprocher des lettres d'Hermite à Stieltjes publiées antérieurement, où, à côté du géomètre, apparaît souvent l'homme. On doit d'ailleurs considérer que cette correspondance, remarquable à tant de titres, fait partie des Œuvres complètes d'Hermite comme les quatre Volumes dont nous terminons aujourd'hui la publication.

Ainsi que pour les Tomes précédents, le concours dévoué de M. Henry Bourget m'a été précieux. Je lui suis extrêmement reconnaissant du soin

avec lequel il a relu tous les Mémoires, me faisant part de ses judicieuses réflexions qui m'ont été très utiles.

J'ai encore le devoir de rappeler l'aide que m'a apportée l'esquisse biographique et bibliographique écrite quelques semaines après la mort d'Hermite par M. Mansion, professeur à l'Université de Gand. Grâce à cette bibliographie si soignée, les omissions, s'il y en a, seront rares dans cette édition. Puisse mon souvenir atteindre le vénéré doyen de la science mathématique en Belgique dans la ville où il est retenu depuis près de trois ans.

Des portraits d'Hermite à différents âges ont été reproduits dans les trois Volumes précédents et dans les deux Tomes de la Correspondance. On trouvera dans le Volume actuel une photographie de la médaille, due à Chaplain, frappée à l'occasion de son soixante-dixième anniversaire. Nous donnons aussi un fac-similé de la première et de la dernière page d'une lettre adressée à Jules Tannery et imprimée dans le Tome II de ces Œuvres.

Malgré les difficultés de toutes sortes, dues aux circonstances actuelles, M. Gauthier-Villars a tenu à terminer, sans plus tarder, cette publication. Qu'il reçoive mes bien vifs remercîments.

ÉLECTRICITÉ. — *Conductibilité électrique du mica.* Note de M. **Édouard Branly**.

Bien que les détecteurs de la Télégraphie sans fil soient encore le plus souvent des *contacts imparfaits*, le mécanisme de leur fonctionnement n'a pas été suffisamment élucidé et l'incertitude subsiste sur le choix des deux substances conductrices et de l'isolant qui les sépare.

Dès 1891, après avoir énuméré les causes qui semblaient pouvoir être invoquées pour expliquer les conductibilités par rayonnement électrique, à volonté intermittentes, que je faisais connaître, j'avais rejeté, sans hésitation, pour ces conductibilités spéciales, l'idée d'une adhérence passagère de particules conductrices. Cette hypothèse fut pourtant celle qui fut préférée et, par l'adoption prématurée des termes expressifs *cohérer*, *décohérer*, elle se vulgarisa vite. J'avais insisté sur une autre conception, basée sur une modification de l'isolant, *sans disparition de l'espace qu'il occupe*.

« L'examen des conditions du phénomène conduit plutôt à admettre une modification physique des couches minces isolantes, qui les rend conductrices. Cette modification de l'isolant persiste quelque temps par une sorte de force coercitive. » (*Bulletin des Séances de la Société française de Physique*, avril 1891.)

« L'isolant interposé entre les particules conductrices devient conducteur par l'action passagère d'un courant de haut potentiel et les divers phénomènes observés caractérisent la conductibilité de l'isolant. » (*Comptes rendus*, t. 118, 1894, p. 348.)

L'extrême petitesse de l'espace isolant le rend assurément peu accessible à une intervention expérimentale. Cependant, à plusieurs reprises, et en particulier de 1910 à 1912, en opérant sur des couches isolantes variées, qui étaient interposées entre deux disques conducteurs et qui offraient, d'une part, *assez de minceur* pour devenir conductrices par l'action d'un courant électrique et, d'autre part, *assez d'épaisseur* pour être directement mesurées, en fractions de millimètres, j'ai reconnu que l'ensemble de deux disques et de l'isolant intermédiaire se comporte, à la sensibilité près, comme un détecteur radiotélégraphique. Comme lui, et de la même manière, amené à une faible conductibilité, il obéit à la fois aux chocs et aux courants induits que des décharges électriques produites à distance développent dans le circuit dont il fait partie. Ces effets varient avec la nature et l'épaisseur de l'isolant, ils accompagnent sa conductibilité.

Mes expériences n'ont pas entraîné une conviction complète. C'est qu'en effet, pour combattre efficacement une théorie consacrée par l'habitude, l'accumulation des preuves est nécessaire. J'ai d'ailleurs été guidé par certaines préoccupations exprimées; j'en cite deux :

1° Si, aux pôles de la source dont le courant surmonte la résistance d'un isolant, la différence de potentiel est petite, le rapprochement des armatures du condensateur constitué par les disques n'est-il cependant pas tel que la force électrique devient assez importante pour provoquer à travers l'isolant une décharge disruptive ?

2° Un laboratoire renferme en suspension des poussières métalliques fort ténues, il peut s'en déposer sur la feuille isolante quand on la place sur le disque que va soulever le piston de la pompe; la pression mécanique qu'on exerce ensuite pour assurer un bon contact entre l'isolant et les disques ne va-t-elle pas engager dans l'épaisseur de l'isolant un grain métallique qui constituera un cohéreur entre les disques ?

En vue de répondre à des objections de ce genre, j'ai été conduit à des essais qui donnent une démonstration plus complète de la conductibilité des diélectriques en couches minces. Ils ont eu pour objet le mica, dont la résistance aux courants faibles paraissait insurmontable. Le résultat principal peut être résumé comme il suit :

Une feuille de mica, de 3 millièmes de millimètre d'épaisseur environ, non percée, étant interposée entre deux disques métalliques plans, sa résistance électrique à un courant continu peut être amenée, en un temps très court, à une valeur négligeable, alors que la force électromotrice de la source initiale-

ment appliquée aux deux disques est inférieure à 4 millièmes de volt et que la hauteur, en colonne de mercure, de la pression mécanique exercée pour assurer le contact des disques avec l'isolant n'atteint pas 1^{cm}.

Les appareils employés ont été décrits antérieurement [1]. Rappelons que l'ensemble des disques et de la feuille de mica intercalée est serré entre la base supérieure du piston vertical d'une pompe à gaz comprimé et une plate-forme horizontale qui forme un plafond *mobile* poussé verticalement le long de guides. Des poids centrés sur la plate-forme exercent une pression qui se transmet au piston. Pour une position donnée de la plate-forme légèrement soulevée, la pression du gaz qui pousse le piston et la pression des poids doivent être égales et leur valeur est mesurée par un manomètre à mercure à air libre. Parallèlement au manomètre à mercure, un autre manomètre, plus sensible, à bibromure d'éthylène, permet de suivre et de régler la vitesse de montée ou de descente du piston.

Dans le circuit dont le mica fait partie se suivent en série : 1° une source de courant continu (soit pile thermo-électrique à éléments bismuth-argent, soit élément Daniel, etc.); 2° un condensateur à lame de mica ayant pour armatures deux disques métalliques variés, de 32^{mm} de diamètre, dont les surfaces, polies optiquement, sont parfaitement planes; 3° un galvanomètre à cadre mobile de 500 ohms de résistance et de sensibilité moyenne ($\frac{1}{10}$ de microampère y produit une déviation de $1^{mm},45$ sur une règle divisée distante du miroir de $1^{m},20$).

Le mica qui m'a le plus servi est un mica du Bengale, parfaitement limpide et transparent; il m'a été obligeamment offert pour mes recherches par la maison Wiggins, de Londres. Je dois le clivage délicat des feuilles extrêmement minces, qui m'étaient indispensables, à une collaboration patiente et attentive qui m'a permis d'expérimenter sur des feuilles dont l'épaisseur, sensiblement uniforme, fut quelquefois inférieure à 3 millièmes de millimètre, alors que leur surface dépassait 20^{cm^2}.

Ayant remarqué que mes feuilles de mica devenaient toutes conductrices, dans certaines conditions, quand elles étaient suffisamment minces, je ne les ai plus soumises à l'essai préalable de mes recherches antérieures [2].

---

(1) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 159, et t. 163, 1916, p. 943.

(2) Dans ces essais préalables, sous pression et voltage relativement élevés, lorsqu'une lamelle de mica se montrait conductrice, je suspendais l'essai et je rejetais l'échantillon suspect. Mais j'ai quelquefois reconnu que la conductibilité n'était que passagère. Je me suis alors proposé de stabiliser ces éclairs de conductibilité.

Marche d'une expérience de conductibilité. — Les deux disques métalliques ayant été choisis pour une expérience, le plus étroit des deux, si leurs diamètres sont différents, est placé sur le cercle intérieur en ébonite d'une suspension à la Cardan qui surmonte le piston mobile de la pompe. Sur ce disque on pose la feuille de mica; le second disque est encastré dans une monture en ébonite centrée sur la plate-forme horizontale en aluminium que poussera le piston dans son mouvement ascendant. Pour rapprocher les disques en regard, d'abord séparés, on ouvre légèrement le réservoir dont le gaz comprimé fera monter le piston et on le ferme presque aussitôt [1]. La masse du gaz sorti, répandue dans le détendeur, se rend par un tube de cuivre à la fois aux manomètres et au corps de pompe où plonge le piston. Le débit du gaz moteur est réglé, à la sortie du détendeur, sur le trajet du tube, par un robinet à pointeau que l'on ouvre plus ou moins d'après l'allure du déplacement de la colonne du manomètre à bibromure. On opère la montée du piston avec la vitesse moyenne que des essais répétés ont montrée la plus favorable. Le disque inférieur, surmonté du mica, vient s'appliquer, sans choc, contre le disque supérieur et, en le poussant doucement, soulève la plate-forme.

Variations de la conductibilité. — 1° Pour une épaisseur voisine de trois millièmes de millimètre, une feuille de mica laisse passer le courant d'un seul élément thermoélectrique d'une force électromotrice de quatre millièmes de volt. La conductibilité est souvent immédiatement complète. Elle se manifeste lorsque la plate-forme, libre de toute surcharge, est un peu soulevée; elle a lieu après que le contact de la feuille et des disques a été établi [2]. L'expérience a été renouvelée un grand nombre de fois avec des feuilles différentes.

Elle est souvent progressive, sans oscillations, définitive, en quelques secondes. Dès que le départ du trait lumineux du galvanomètre se fait nettement, on arrête la poussée du gaz moteur. Si la conductibilité n'a pas eu lieu lorsque la plate-forme a été soulevée de 1^{cm} environ, on a encore des chances de la voie s'établir dans une descente provoquée par une évacuation partielle du gaz de pression. Quelquefois, la conductibilité s'annonce par un départ du trait lumineux, puis il y a retour et, enfin, par des montées et des descentes alternatives et lentes, on l'obtient persistante.

Si la déviation est égale à celle que donne directement le courant lorsque, en intercalant une fiche, on supprime le passage dans le condensateur, la résistance du mica est négligeable. Mais, par des abaissements ménagés de

---

(1) Si la dépense de gaz n'est pas limitée par des difficultés spéciales, il est plus commode de laisser son passage libre pendant toute l'expérience.

(2) Le courant n'est pas un courant de charge de condensateur, car il va en augmentant et est persistant.

pression, on passe à des conductibilités moindres, et c'est alors qu'un choc insignifiant ou une faible décharge oscillante à distance produisent les variations brusques bien connues, propres aux détecteurs à contacts imparfaits et sur lesquels je n'insiste plus. Avant l'entrée en scène d'un choc ou d'une décharge, l'état de conductibilité est stable et la déviation du galvanomètre se maintient absolument fixe pendant des heures entières. Avec un choc faible ou une décharge faible l'effet surajouté est généralement passager. Cette feuille mince de mica, devenue conductrice, donne la même déviation pour les deux sens du courant.

2° Quand l'épaisseur de la feuille de mica atteint ou dépasse quatre millièmes de millimètre, la conductibilité n'a plus lieu sous une force électromotrice initiale aussi faible que celle d'un élément thermo-électrique, et avec une pression de charge aussi réduite. Il faut souvent s'adresser à une force électromotrice au moins égale à un volt; en outre, la conductibilité s'établit habituellement lentement, par saccades et avec des oscillations très étendues de la déviation. La conductibilité croît beaucoup plus vite que proportionnellement à la force électromotrice. Elle n'existe pour une faible force électromotrice que si elle a été amorcée préalablement par une force électromotrice élevée. Les actions du choc, des décharges électriques à distance sont encore celles des détecteurs ordinaires.

Il convient d'ajouter que des feuilles de mica, soigneusement *dépolies sur les deux faces*, se sont montrées fréquemment, pour les essais de conductibilité, plus avantageuses que les feuilles ordinaires.

Examen des feuilles de mica. — Les feuilles de mica employées n'offraient à la vue simple ni fentes, ni trous, et il était naturel d'attribuer leur conductibilité électrique à la nature même de leur substance. Cependant, comme de temps en temps, pour les feuilles très minces, une recherche très attentive, par exemple avec une loupe, a fait découvrir çà et là, par transparence, quelques trous imperceptibles, un contrôle plus minutieux a paru nécessaire. Ayant choisi dans la feuille, pour l'essai même de conductibilité, la région la plus pure, on l'a circonscrite par une circonférence en couleur; cette circonférence débordait le disque sur lequel la feuille était posée. La surface entourée était ensuite explorée dans la lumière polarisée.

A cet effet, entre deux prismes de Nicol dont les sections principales étaient parallèles, on disposait, perpendiculairement à un faisceau de lumière blanche, une lame cristallisée d'une demi-onde pour le jaune moyen et l'on orientait cette lame de façon

à avoir la teinte sensible. Après quoi, sans toucher au cristal d'une demi-onde, on appliquait sur sa surface la feuille à essayer. Cette superposition modifiait la teinte, sauf aux points où le faisceau lumineux rencontrait un vide de la feuille. A la place des vides, la teinte sensible est conservée. Partout ailleurs, une teinte uniforme accuse une épaisseur uniforme de la feuille. En visant avec une lunette, le grossissement de la lunette, estimé avec un verre quadrillé, permet d'apprécier assez exactement le diamètre des vides.

Le diamètre des vides observés en lumière polarisée était en moyenne, dans les feuilles utilisées, de $\frac{1}{20}$ de millimètre; leur nombre était très réduit, mais on pouvait en supposer de beaucoup plus petits.

Ces vides jouent-ils un rôle dans la conductibilité? Il n'est guère admissible qu'il y ait lieu de considérer des poussières métalliques infinitésimales logées dans les sillons des stries des disques, se dressant à travers les vides au passage d'un courant et établissant une communication à la façon de cohéreurs. La ténuité de ces poussières serait trop faible pour réduire d'une façon appréciable la résistance. Admettra-t-on que des cellules d'air, à dimensions très réduites en tous sens, livrent un passage facile au courant, en raison de la diminution d'amplitude des mouvements gazeux?

Imperfections des appareils employés. — Les résultats précédents ont besoin d'être précisés et développés en beaucoup de points, mais ils démontrent que les conditions dans lesquelles les contacts imparfaits réagissent à l'égard de divers agents sont accessibles à l'expérimentation.

Si cette étude est poursuivie par la méthode que j'ai employée, la pompe de compression, qui a été l'organe principal et à laquelle je ne me suis arrêté qu'après des essais extrêmement variés, se montre avantageuse par sa qualité de conserver sans fuite la pression imposée à son piston. Toutefois, il y a lieu de diminuer son inertie et d'obtenir ainsi une obéissance plus rapide aux montées et aux descentes qui lui sont commandées.

Enfin, surtout, le déplacement vertical de la plate-forme devra s'effectuer avec moins de frottements contre les tiges en acier qui servent de guides. La charge des poids posés sur la plate-forme pour appuyer sur les disques se transmettra alors au piston sans perte notable et correspondra mieux à la différence des niveaux dans le manomètre.

PALÉONTOLOGIE. — *Considérations sur les Reptiles permo-triasiques de l'ordre des Cotylosauriens.* Note [1] de M. G.-A. **Boulenger.**

Il y a quelques années [2], en tâchant de démontrer l'affinité qui relie *Telerpeton*, du Trias d'Écosse, à *Procolophon*, du Trias du Sud de l'Afrique, et tous deux aux *Cotylosauria* du Permien ou Permo-Carbonifère de l'Amérique du Nord, affinité pleinement confirmée par des travaux subséquents sur de nouveaux matériaux [3], j'ai insisté sur l'importance de deux caractères méconnus ou négligés dans leurs définitions par la plupart des auteurs qui s'étaient occupés de la classification des Reptiles fossiles.

Mes observations me sont revenues à la mémoire en lisant la Note de M. Vialleton parue il y a peu de temps dans les *Comptes rendus* [4], les deux caractères auxquels je fais allusion ayant trait aux ceintures pectorale et pelvienne.

Chez tous les Reptiles vivants, et chez les membres de la plupart des ordres éteints, il y a un cou, qui, secondairement, peut être très long (Plésiosauriens, Dinosauriens, Chéloniens) ou très court (Ichthyosauriens, Caméléoniens); même dans ce dernier cas, les clavicules et les coracoïdes sont bien en arrière de la mâchoire inférieure. Chez les Cotylosauriens [5], auxquels il convient de réunir les Pareiosauriens, il n'y a pas de cou à proprement parler, pas plus que chez les Batraciens; les clavicules peuvent même dépasser en avant l'extrémité postérieure de la mâchoire inférieure. Aussi Williston [6] mentionne-t-il avec raison « Neck short » dans sa défi-

---

(1) Séance du 1er octobre 1917.

(2) G.-A. Boulenger, *On the Characters and Affinities of the Triassic Reptile* Telerpeton elginense (*Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1904, p. 470).

(3) F. von Huehne, *Die Cotylosaurier der Trias* (*Palæontographica*, t. 59, 1912, p. 69). — D.-M.-S. Watson, *Procolophon trigoniceps* (*Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1914, p. 735); *A Sketch of the Classification of the Pre-Jurassic Tetrapod Vertebrates* (*Op. cit.*, 1917, p. 167).

(4) Tome 165, 1917, p. 190.

(5) *Procolophon* présenterait une exception, selon Watson, qui considère ce genre comme le plus évolué des Cotylosauriens; mais l'examen du spécimen même sur lequel est basée sa restauration ne m'a pas tout à fait convaincu de l'exactitude de celle-ci par rapport au cou.

(6) S.-W. Williston, *Primitive Reptiles* (*Journ. of Morphol.*, t. 23, 1912, p. 637).

nition des *Cotylosauria*, par opposition à « Neck of greater length » des *Theromorpha* ou *Anomodontia*, et un plus tard (¹) il va même jusqu'à dire « There vas literally no neck in the Cotylosaurs ». On saisit bien la différence en comparant sa restauration du Cotylosaurien *Labidosaurus* (²) à celle du Théromorphe *Sphenacodon* (³). Chez plusieurs Cotylosauriens d'Amérique une ou plusieurs des côtes cervicales sont modifiées pour l'attachement de l'omoplate.

On peut dire que la ceinture thoracique de ces Reptiles est infra-cervicale, comme chez les Monotrèmes, et non post-cervicale comme chez beaucoup d'autres Reptiles. Les commentaires de M. Vialleton ne s'appliquent pas à ces types primitifs, dont il ne semble pas avoir eu connaissance; ce qu'il qualifie de « migration préthoracique » de la ceinture des Monotrèmes ne doit pas être considérée comme une modification secondaire, comme une simple « apparence » reptilienne. Les éléments dont se compose la ceinture de ceux-ci sont d'ailleurs essentiellement les mêmes que ceux des Cotylosauriens, et l'on comprend presque que Seeley (⁴) ait pu s'exagérer l'importance de cette similitude, et d'autres encore, au point d'émettre l'opinion que les Monotrèmes sont plus rapprochés de ces Reptiles que des Mammifères proprement dits.

La ceinture pelvienne des Cotylosauriens diffère également de celle des Reptiles vivants. Le pubis et l'ischion forment une grande plaque et, s'ils restent distincts, ils ne sont séparés l'un de l'autre sur toute leur étendue que par du cartilage ou par une suture, comme chez les Batraciens Stégocéphales et tous les Reptiles les plus primitifs; l'ischion est reporté en arrière et les muscles caudaux devaient s'insérer sur lui. On peut donc dire que l'ischion est infra-caudal par opposition à sa situation infra-abdominale chez les Lacertiliens. Comme l'a observé Gadow (⁵), il importe de distinguer deux types de ceinture pelvienne chez les Reptiles, selon la position pré-acétabulaire ou post-acétabulaire de l'ilion. Chez les Cotylosauriens et les Anomodontes, l'attachement ilio-sacral est immédiatement au-dessus ou plus ou moins en avant de l'acétabulum, condition qui s'accentue encore davantage chez les Mammifères, qui en seraient dérivés, tandis que

---

(¹) *Journ. of Geol.*, t. 25, 1917, p. 316.
(²) *L. c.*, p. 319.
(³) *Proc. Nat. Ac. Sc.*, t. 7, 1916, p. 651.
(⁴) *Proc. Roy. Soc. Lond.*, t. 59, 1896, p. 167.
(⁵) *Zeitschr. f. Morphol.*, t. 4, 1902, p. 361.

chez tous les autres Reptiles l'attachement de l'ilion est en arrière, ou s'étend plus ou moins en arrière, de l'acétabulum.

Le groupe des Cotylosauriens, tel qu'il est délimité par les auteurs les plus récents ([1]) nous offre une combinaison de caractères qui en rend la définition bien difficile et Watson, dans sa classification citée plus haut, se borne même à en indiquer deux : crâne à voûte post-orbitaire imperforée et pelvis en forme de plaque. Mais ces deux caractères ne nous aident pas à les distinguer des Batraciens Stégocéphales, auxquels ils sont si intimement unis. Les os supplémentaires du crâne (dermo-occipitaux ou post-pariétaux et post-temporaux), hérités des Poissons Crossoptérygiens, os qu'on a crus longtemps propres aux Stégocéphales parmi les Tétrapodes, se sont maintenus, ou l'on en retrouve les restes plus ou moins modifiés, chez la plupart des Cotylosauriens et le cleithrum ou seconde clavicule ([2]) perd son importance pour la définition des ordres puisque, parmi ces derniers, il est tantôt présent (*Pariosaurus*), tantôt vestigial (*Labidosaurus*) et tantôt absent (*Telerpeton*). Quant à la grandeur du parasphénoïde et ses rapports avec les ptérygoïdes, sa réduction chez certains Microsauriens détruit la valeur diagnostique qui lui a été attribuée; je fais surtout allusion au palais de *Batrachiderpeton* ([3]), dont la place parmi les Batraciens semble incontestable, ce qui n'est pas le cas pour d'autres genres compris provisoirement dans le groupe problématique des Microsauriens ou Lépospondyliens (*Nectridia* de Watson).

En 1910 ([4]) je croyais pouvoir dire que les Batraciens sont si complètement enchaînés aux Reptiles par l'ordre des Stégocéphales qu'il est assez difficile de tracer une ligne de démarcation entre les deux classes. Depuis, on en est arrivé au point qu'on doit reconnaître, jusqu'à nouvel ordre, que cette délimitation n'est plus une difficulté, mais presque une impossibilité.

Cependant, tout Stégocéphale à parasphénoïde très réduit se distingue des Cotylosauriens par la présence d'un plastron ou d'ossifications ventrales, qui ont disparu ou dont de simples vestiges se sont conservés chez ceux-ci ([5]); caractère qui pour moi a son importance au point de vue

---

([1]) E.-C. Case, *A Revision of the Cotylosauria of North America* (*Carnegie Instit.*, 1911).

([2]) Qu'il ne faut pas confondre avec le sur-claviculaire des Poissons.

([3]) Tel qu'il est représenté par Watson (*Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1913, p. 951).

([4]) *Les Batraciens* (*Encyclopédie scientifique*), p. 1. Voir aussi *Encyclopedia Britannica*, 10e édition, t. 25, 1902, p. 382.

([5]) Tout au plus comme chez *Koiloskiosaurus* Huehne.

phylogénique ([1]) et qui, de plus, est d'utilité pratique puisqu'il permet à lui seul de séparer les Cotylosauriens et les Anomodontes de tous les autres Reptiles permo-triasiques (Protorosauriens, Rhynchocéphaliens, Chéloniens, Plésiosauriens, Ichthyosauriens, Thécodontes). Je regrette qu'il en soit tenu si peu compte, pour la définition des ordres, dans l'essai de classification que vient de publier Watson. On pourrait m'objecter que, dans bien des cas, les documents manquent, objection qui s'applique plus ou moins à toute généralisation de caractères en paléontologie, dans l'état encore si imparfait de nos connaissances; cependant, le fait qu'un plastron bien développé n'a jamais encore été trouvé parmi les restes si nombreux et tant de squelettes complets ou à peu près appartenant aux deux ordres que je voudrais voir réunis sous le nom de *Théromores* nous autorise à comprendre ce caractère négatif dans la diagnose de cette grande division; à condition, bien entendu, d'en exclure certains genres tels que *Palæohatteria* et *Sauravus*, dont la position systématique est très discutable en attendant la solution de la question des rapports des Cotylosauriens avec les Microsauriens, les Protorosauriens et les Pélycosauriens ([2]).

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats à une chaire de *Zoologie* (*Vers et Crustacés*) vacante au Muséum d'histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre de votants étant 37,

M. Charles Gravier obtient	. . . .	36 suffrages
M. Louis Fage »	. . . .	1 suffrage

([1]) Pour citer un exemple, le plastron très développé et l'attachement franchement post-acétabulaire de l'ilion chez les Plésiosauriens suffisent à mon avis pour écarter toute idée de dérivation de ces Reptiles des Anomodontes, dérivation qui a été suggérée il n'y a pas longtemps par C.-W. Andrews (*Catal. Mar. Rept. Oxford Clay*, t. 2, 1913; Introduction).

([2]) E.-C. Case, *Revision of the Pelycosauria of North America* (*Carnegie Inst.*, 1907). — A. Thévenin, *Les plus anciens quadrupèdes de France* (*Ann. de Paléont.*, t. 5, 1910).

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre de votants étant 33,

M. Louis Fage réunit l'unanimité des suffrages.

En conséquence, la liste qui sera présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Charles Gravier**
En seconde ligne . . . . M. **Louis Fage**

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° *Thirty-first annual Report of the* Bureau of American Ethnology *to the Secretary of the Smithsonian Institution* (1909-1910).

2° *Les institutions scientifiques, agricoles et forestières de l'Inde anglaise*, par Aug. Chevalier. (Présenté par M. Guignard.)

3° Ed. Imbeaux. *Les eaux souterraines des États-Unis, spécialement dans les terrains quaternaires.* (Présenté par M. Termier.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des séries trigonométriques.* Note de M. **W.-H. Young.**

1. J'ai appelé *série restreinte de Fourier* ([1]), de classe 1, toute série trigonométrique

$$\sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$$

$\left(\text{pour simplifier le terme } \frac{1}{2}a_0 \text{ est omis}\right)$ vérifiant la condition suivante :

I. *La série intégrée terme à terme*

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} (a_n \sin nx - b_n \cos nx)$$

([1]) *Restricted Fourier series* : la série ne ressemble à une série de Fourier que dans l'intervalle (α, β) ; c'est là la restriction.

est la série de Fourier d'une fonction qui est une intégrale de Lebesgue dans un intervalle $\alpha < x < \beta$.

La dérivée de cette intégrale, définie presque partout dans $\alpha < x < \beta$, est dite *fonction associée à la série restreinte de Fourier.*

Traitées par les moyennes de Cesàro d'indice 1, ces séries se comportent dans l'intervalle $\alpha < x < \beta$ exactement comme les séries de Fourier.

2. Il est facile de voir que les séries trigonométriques qui vérifient les deux conditions : 1°

$$\lim_{n=\infty} a_n = \lim_{n=\infty} b_n = 0;$$

2° la série intégrée converge vers une intégrale de Lebesgue,

$$F(x) = \int f(x)\, dx,$$

dans l'intervalle $\alpha < x < \beta$, rentrent dans la classe considérée au paragraphe I. Je les distingue comme *séries restreintes de Fourier ordinaires*, ou, pour abréger, *séries R. F.*, et je note symboliquement

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx) \qquad (\alpha < x < \beta).$$

3. Les séries R. F. forment une classe de séries trigonométriques qui contient les séries de Fourier comme cas particulier; elles présentent dans l'intervalle $\alpha < x < \beta$ la plupart des traits qui caractérisent ces dernières dans l'intervalle $(-\pi, \pi)$. Le théorème *fondamental* de la théorie des séries R. F. est le suivant :

Théorème. — *Les limites supérieure et inférieure d'indétermination d'une série R. F. pour une valeur déterminée de x comprise entre* α *et* β *ne dépendent que de l'allure de la fonction associée f dans le voisinage de cette valeur de x.*

En conséquence, au point considéré, une série R. F. converge dans les mêmes conditions que si elle était une série de Fourier. Mais ce n'est pas tout. Non seulement la fonction

$$\frac{d}{dx}\int_{e}^{\pi} [F(x+u) + F(x-u)] \sin\left(n + \frac{1}{2}\right) u \operatorname{coséc} \frac{1}{2} u\, du$$

tend vers zéro au point considéré quand n croît indéfiniment, propriété qui seule est essentielle dans la démonstration du théorème, mais encore elle

tend uniformément vers zéro dans l'intervalle $\alpha < x < \beta$. Cela suffit pour assurer la validité pour les séries R. F. de tous les théorèmes sur l'intégration terme à terme des séries de Fourier, pourvu que nous restions dans l'intervalle (α, β).

Il est impossible d'indiquer dans cette Note toute l'étendue de la théorie des séries R. F. et tous les chapitres dont les résultats sont exactement les mêmes que pour les séries de Fourier. On peut dire que tous les théorèmes sur les séries de Fourier se reproduisent, sans autre raisonnement, comme simples corollaires du théorème fondamental, sauf dans le cas où l'expression sous forme d'intégrale des coefficients de la série de Fourier joue un rôle essentiel.

Les résultats ainsi obtenus ont des applications importantes. En particulier, ils permettent d'étendre notablement nos connaissances sur la convergence d'une série de puissances sur son cercle de convergence. Par exemple, le théorème suivant, conséquence immédiate de notre théorie, contient comme un cas très spécial un théorème important de Fatou.

Théorème : *La série* $\sum_{n=0}^{\infty} c_n z^n$, *où* $\lim_{n=\infty} c_n = 0$, *de rayon de convergence* R, *converge uniformément sur un arc* C $\{z = \mathrm{R}\, e^{i\theta},\ \alpha \leq \theta \leq \beta\}$ *de son cercle de convergence, pourvu que :*

1° *Les valeurs de la série à l'intérieur du cercle aient une limite unique au point* z, *et aux points voisins de la circonférence ;*

2° *La fonction de* θ *formée par ces limites soit sur* C *une fonction à variation bornée.*

D'autres théorèmes nouveaux, obtenus d'une manière analogue, contiennent comme cas particuliers des extensions du théorème de Fatou dues à M. Marcel Riesz.

RADIOLOGIE. — *Dosimétrie en X-radiothérapie dans les services de l'armée.* Note [1] de M. **Guilleminot**, présentée par M. Villard.

La X-radiothérapie, peu utilisée au cours de la première année de guerre, a pris une extension croissante à partir du début de 1916, en particulier pour les traitements des cicatrices chéloïdiennes ou rétractées, les com-

[1] Séance du 24 septembre 1917.

pressions cicatricielles des nerfs, les algies traumatiques, les dermites de plaies, etc.

Cet emploi croissant remet en honneur la question du dosage. En général, on ne se rend pas assez compte de l'effet utile d'un rayonnement aux différentes profondeurs.

Mon but ici est de préciser cet effet utile et de permettre, par suite, un choix judicieux de la qualité et des doses mises en œuvre.

Étant donné un rayonnement incident de qualité déterminée, il s'agit, si la lésion est superficielle, de faire absorber par les premières couches traversées la dose curative nécessaire, et si, au contraire, la peau est saine, de ne pas lui faire absorber par séance ou par mois une quantité de rayonnement supérieure à la dose inoffensive maxima, tout en distribuant au tissu pathologique profond visé la dose suffisante pour atteindre au moins le seuil de l'action thérapeutique.

L'action utile ne dépend que des doses fixées, car, jusqu'ici, je ne connais pas de faits qui battent en brèche la loi que j'ai tirée d'observations nombreuses, à savoir : que les effets biologiques produits sont, dans les deux règnes vivants, fonctions des doses d'énergie radiante fixées par l'albumine cellulaire, quelle que soit la longueur d'onde ([1]) du rayonnement.

Pour apprécier cette efficacité nous évaluerons simplement la dose de rayonnement fixée à l'endroit considéré par une couche millimétrique de tissu albuminoïdique d'un type déterminé. Nous avons choisi pour type une gelée de gélatine de densité 1,05 comme se rapprochant le plus par ses caractères chimiophysiques de l'albumine vivante ([2]).

Le Tableau ci-après donne pour quelques types de rayonnements à des profondeurs variées :

1° La dose transmise, pour 100 unités M incidentes ([3]) (en négligeant le

---

([1]) La longueur d'onde ou qualité du rayonnement n'intervient que comme facteur faisant varier les doses fixées, mais, pour une même dose fixée, les effets biologiques sont les mêmes quelle que soit la qualité.

([2]) GUILLEMINOT, *Radiométrie fluoroscopique*. Steinheil, 1910.

([3]) L'unité fluoroscopique d'intensité est l'intensité du rayonnement qui, agissant normalement sur la solution chloroformique d'iodoforme à 2 pour 100 de Freund-Bordier, sur une surface de 1^{cm^2} et 1^{cm} de profondeur, libère $1^g.10^{-8}$ d'iode en 1 seconde.

L'unité d'intensité agissant pendant 1 minute, unité de temps médical, donne l'unité de quantité M qui équivaut à peu près pour du rayonnement n° 6 à $\frac{1}{125}$ de l'H de Holzknecht.

Doses transmises et doses efficaces millimétriques (tissu 1,05) aux différentes profondeurs.

Numéros de Benoist.	Débit à la surface de la peau.	Degré pénétratométriq[e].	A 2 millimètres. Transmis.	A 2 millimètres. TAM.[1]	A 5 millimètres. Transmis.	A 5 millimètres. TAM.	A 1 centimètre. Transmis.	A 1 centimètre. TAM.	A 2 centimètres. Transmis.	A 2 centimètres. TAM.	A 3 centimètres. Transmis.	A 3 centimètres. TAM.	A 4 centimètres. Transmis.	A 4 centimètres. TAM.	A 6 centimètres. Transmis.	A 6 centimètres. TAM.	A 8 centimètres. Transmis.	A 8 centimètres. TAM
4	100 M	0,450	83,8 (0,469)	6,8	55,4 (0,497)	4,95	45 (0,541)	3	24,4 (0,514)	1,27	14,96 (0,663)	0,642	9,9 (0,692)	0,373	4,9 (0,723)	0,159	2,59 (0,739)	0,078
5-6	100 M	0,575	88,3 (0,593)	5,1	74,3 (0,620)	3,93	57,5 (0,660)	2,63	37,94 (0,720)	1,34	27,3 (0,758)	0,795	20,72 (0,781)	0,527	12,88 (0,805)	0,282	8,41 (0,816)	0,171
7	100 M	0,650	90,85 (0,665)	4,11	16,107 (0,695)	3,89	65 (0,722)	2,34	46,9 (0,774)	1,306	36,3 (0,809)	0,819	29,4 (0,831)	0,568	20,6 (0,855)	0,33	15,19 (0,866)	0,22
7-8 (filtre 0,5)...	100 M	0,700	92,5 (0,709)	3,5	82 (0,728)	2,89	69,3 (0,755)	2,12	52,3 (0,797)	1,275	41,6 (0,823)	0,855	34,4 (0,840)	0,62	24,5 (0,859)	0,38	18,2 (0,868)	0,26
7-8 (filtre 1,5)...	100 M	0,750	94 (0,760)	2,8	85,9 (0,774)	2,4	74,6 (0,794)	1,86	59,3 (0,821)	1,24	49 (0,839)	0,887	41 (0,850)	0,68	29,8 (0,864)	0,443	22,5 (0,870)	0,31
7-8 (filtre 2,5)...	100 M	0,800	95,5 (0,806)	2,19	88,8 (0,814)	1,94	79,5 (0,825)	1,615	66 (0,841)	1,178	55,5 (0,852)	0,908	47,3 (0,859)	0,728	35,1 (0,868)	0,50		
7-8 (filtre 5)	100 M	0,850	97 (0,852)	1,58	92,5 (0,854)	1,475	85,1 (0,858)	1,322	72,8 (0,864)	1,08	63 (0,868)	0,90	54,7	0,76				
7-8 (très filtré)..	100 M	0,890	97,69 (0,89)	1,132	94,34 (0,890)	1,10	89 (0,890)	1,03	79,21 (0,890)	0,91	70,50 (0,890)	0,82	62,74 (0,890)	0,73	49,70 (0,890)	0,57	39,36 (0,890)	0,47

(1) Taux d'absorption millimétrique.

décroissement du carré de la distance et en supposant les tissus homogènes et de densité moyenne 1,05);

2° La qualité du rayonnement; elle est exprimée entre parenthèses par une fraction : la fraction transmise à travers le filtre type de 1^{mm} d'aluminium pur;

3° Le taux millimétrique d'absorption exprimé en M par millimètre de tissu albuminoïdique. Je désignerai par M' cette quantité absorbée pour bien la différentier de la quantité incidente.

On voit d'après ce Tableau, qu'à une profondeur de 4^{cm} par exemple, 100 unités de rayon nos 7-8 filtré par 5^{cm} d'aluminium ont une efficacité double de celle de 100 unités de rayon n° 4, alors que leur nocivité pour la couche cutanée sensible est dans le rapport $\frac{1,58}{6,8}$, c'est-à-dire environ quatre fois moindre.

Ces données renferment la base même de toute la dosimétrie radiothérapique.

ACOUSTIQUE. — *Sur la gamme pythagoricienne au point de vue de l'acoutisque musicale.* Note [1] de M. **Gabriel Sizes**, transmise par M. Camille Saint-Saëns.

Pythagore prit pour base l'antique *tétracorde primordial* que pratiqua Orphée pour accorder les 4 cordes de sa lyre, qui fut la première que connurent les plus anciens Grecs. Ce tétracorde correspond aux consonances de premier ordre : quarte, quinte et octave, séparées au milieu par l'intervalle type de *ton* 9 : 8, dénommé *seconde majeure :*

quinte (de ut_1 à *sol*)

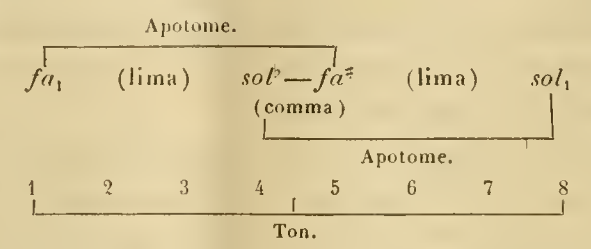
1	(quarte)	$\frac{4}{3}$	$\left(\text{ton } \frac{9}{8}\right)$	$\frac{3}{2}$	(quarte)	2
ut_1		*fa*		*sol*		ut_2

quinte (de *fa* à ut_2)

En prenant pour point de départ la base de chaque *quarte* (*ut*, *sol*), Pythagore détermina : le *diton* ou *tierce majeure*, au moyen du *ton* $\frac{9}{8} \times 2 = \frac{81}{64}$ (*ut-mi*, *sol-si*). Son complément à la *quarte* (*mi-fa*, *si-ut*) donne le

(1) Séance du 1er octobre 1917.

lima $\frac{256}{243}$, *demi-ton mineur* ou *diatonique* ou *seconde mineure*. Le complément du *lima* au *ton* donne l'*apotome* $\frac{2187}{2048}$, ou *demi-ton majeur* ou *chromatique*. La *différence* entre le *lima* et l'*apotome* donne le *comma* $\frac{531441}{524288}$.



C'est la *syntaxe de Pythagore;* aussi peu connue que la *génération des rapports* qui constituent les deux gammes majeure et mineure, qu'intentionnellement on a si souvent proclamée *être d'une complication inextricable.*

Génération des rapports et intervalles de la gamme consonante exacte pythagoricienne, complémentaires du tétracorde primordial.

Fonctions des sons...........	*ré* — $si^\flat$		*la* — $mi^\flat$		*mi* — $la^\flat$		*si* — $ré^\flat$
Rapports des sons........	$\frac{9}{8}\times\frac{2}{1}=\frac{16}{9}$	$\times\frac{3}{1}=$	$\frac{27}{16}\times\frac{2}{1}=\frac{32}{27}$	$\times\frac{3}{2}=$	$\frac{81}{64}\times\frac{2}{1}=\frac{128}{81}$	$\times\frac{3}{1}=$	$\frac{243}{128}\times\frac{2}{1}=\frac{256}{243}$
	ut_1-*ré*.*ré*-ut_2		ut_1-*la*.*la*-ut_2		ut_1-*mi*.*mi*-ut_2		ut_1-*si*.*si*-ut_2
Intervalles des rapports...	2de M. 7e m.		6te M. 3ce m.		3ce M. 6te m.		7e M. 2de m.
Produits....	octave (1)		octave		octave		octave

Par cette série de rapports à base de ton 9 : 8 qui progresse par octaves et quintes, on ne saurait mieux démontrer la parenté jumelle « harmonique et arithmétique » indispensable aux *véritables rapports consonants*. La preuve de leur perfection musicale réside dans leur transposition identique sur tous les termes de la géniale équation pythagoricienne. C'est un monument inattaquable qui abrite l'instinct des musiciens depuis plus de 25 siècles et au seuil duquel s'évanouissent toutes les absurdités humaines.

(1) C'est-à-dire : 2de majeure $\frac{9}{8}$ plus 7e mineure $\frac{16}{9}=\frac{144}{72}=\frac{2}{1}$, rapport d'octave juste. Gamme de Helmholtz : on a $\frac{9}{8}+\frac{9}{5}=\frac{81}{40}$ et non $\frac{80}{40}=\frac{2}{1}$, c'est-à-dire un comma $\frac{81}{80}$ *excédant l'octave*. D'où, le 2e terme de l'équation étant faux de 81 : 80, *tous les termes de la progression harmonique sont faux de* 81 : 80.

Ce fut une véritable aberration du sens musical sinon acoustique, que de faire accroire : que les tierces pythagoriciennes *sont dissonantes*, alors qu'elles sont toutes deux *en fonction de quinte;* cohésion harmonique importante que ne peuvent avoir celles de la gamme des Allemands, puisqu'il manque à la tierce majeure le comma qu'a en trop la mineure. Ce sont *des espèces de tierces différentes* parmi les nombreuses tierces naturelles. On a trop caché cette vérité. Pourquoi vouloir que les *consonances* des octaves supérieures de l'*échelle* soient « moins harmoniques en soi » que celles des octaves inférieures ? Cela n'a jamais été l'impression des musiciens qui, à juste titre, ont passé outre pour faire de la bonne musique. Il serait raisonnable de tenir un peu compte de leur opinion ; ce qu'on n'a jamais fait.

En dehors de « l'effet des rapports », la théorie des « nombres simples » (résolue depuis longtemps par de remarquables acousticiens, notamment Descartes, Leibnitz, J.-J. Rousseau, Chladni, et plus récemment par Barbereau, Cornu et Mercadier, etc.) n'est pas plus applicable à l'art des sons que le serait de limiter l'art pictural au seul emploi des sept couleurs fondamentales. La « loi de résonance ([1]) » nous a montré la véritable « élasticité harmonique » des sons musicaux; le vieux préjugé n'est plus admissible « quant à la pratique des agrégations harmoniques ».

Une erreur très grave, d'un fait cependant bien simple, est résultée du « désintéressement volontaire manifeste » apporté à l'étude de la gamme pythagoricienne. *A priori* il apparaît que « l'enharmonie produite par une note dièse et sa note supérieure bémolisée » est de *un comma*, tandis qu'*elle est de deux commas*. On a voulu ignorer : que les degrés intermédiaires dièse et bémol, que les Grecs ne distinguaient pas dans leur notation, sont respectivement *les degrés diatoniques* des gammes auxquelles ces notes appartiennent; et que, si l'on écrit dans la gamme d'*ut*♭ majeur qui comporte les sept notes bémolisées : *toute note qui se transforme enharmoniquement* en sa note inférieure dièse *s'élève de un comma* et non de un demi-comma. Si l'on fait le contraire, avec la gamme d'*ut*♯ majeur qui comporte les sept notes diésées : leur *enharmonie* avec la voisine supérieure bémolisée *abaisse le son de cette note de un comma*. Dans notre *transformation* moderne des *notes diatoniques* de la gamme naturelle d'*ut* majeur *en double-dièse et en double-bémol : ré* par exemple *s'élève de un comma* pour devenir *ut* double-dièse et *il s'abaisse de un comma* pour devenir *mi* double-bémol. Il est indiscutable que « l'enharmonie musicale » est bien de *deux commas* ou *quart de ton* des Grecs.

Du fait de ces deux nouvelles altérations que ne pouvaient prévoir les pythagoriciens, il faut ajouter 14 nouveaux sons aux 21 de leur gamme, ce qui donne 35 sons par octave. Ainsi complétée, elle devient la véritable

([1]) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 634 et 781, et t. 162, 1916, p. 634.

gamme consonante harmonique exacte de la musique. Celle des Allemands *contient des consonances*, mais dans l'acception sincère des termes; *elle n'est pas une gamme musicale consonante et elle est absolument inexacte* (1).

Tableau de la première moitié de la gamme chroma-commatique pythagoricienne moderne.



MÉTALLURGIE. — *L'essai de dureté des métaux à la bille Brinell.* Note (2) de M. **Guillery**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

L'ingénieur suédois Brinell a proposé de mesurer la dureté des métaux par la pénétration d'une bille sphérique. Le quotient de la pression par la surface de la calotte sphérique imprimée, sensiblement indépendant des conditions de l'expérience, donne le *nombre de dureté*.

En fait, ce nombre varie un peu avec les conditions de l'expérience. Pour avoir des résultats strictement comparables, il faut définir ces conditions. Dans le cas de l'acier, on les fixe comme suit :

Diamètre de la bille...............	10^{mm}
Pression totale....................	3000^{kg}
Durée de la pression...............	au moins 5 minutes

Les deux premières conditions sont assez faciles à réaliser. La troisième condition, théoriquement très simple, est pratiquement irréalisable en dehors de laboratoires scientifiques où l'on ne tient pas compte du prix du temps. Mais, dans une usine, le nombre journalier des essais à la bille dépasse parfois 10000; il est impossible de les faire durer chacun 5 minutes. On se contente habituellement de 10 secondes plus ou moins bien contrôlées; cela peut entraîner des erreurs sur les mesures, atteignant jusqu'à 8 pour 100.

Voici quelques chiffres obtenus avec une vitesse constante de mise en charge, la pression étant supprimée aussitôt les 3000^{kg} atteints.

(1) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 264.

(2) Séance du 1er octobre 1917.

Vitesse de mise en charge (kg : sec).	Diamètre (mm).	Erreur.	Dureté Brinell (kg : mm²).	Erreur.	Ténacité (kg : mm²).	Erreur.	Erreur pour 100.
Acier doux.							
0......	4,74	0	159	0	55,6	0	0
12,5....	4,72	0,02	161	2	56,3	0,7	1,2
25......	4,70	0,04	163	4	57,0	1,4	2,4
1500......	4,60	0,14	171	8	59,8	4,2	7,1
Acier mi-dur trempé revenu.							
0......	4,094	0	212,5	0	74,3	0	0
12,5....	4,074	0,020	217	4,5	76,0	1,7	2,2
25......	4,059	0,035	221,5	9	77,6	3,3	4,3
1500......	3,975	0,118	227	14,5	79,4	5,4	7

Un dispositif mécanique très simple permet d'annuler cette cause d'erreur. Si l'on supprime l'effort, aussitôt les 3000^{kg} atteints, le diamètre de l'empreinte sera trop faible, d'une quantité dD. Si, d'autre part, au lieu d'arrêter l'effort à 3000^{kg}, on le pousse à $3000 + dP$, on augmentera le diamètre de l'empreinte. Pour une valeur convenable de dP, l'erreur résultant de la durée insuffisante de l'action de la pression pourra être exactement compensée. On a sensiblement la relation

$$\frac{dP}{3000} = \frac{2\,dD}{D}.$$

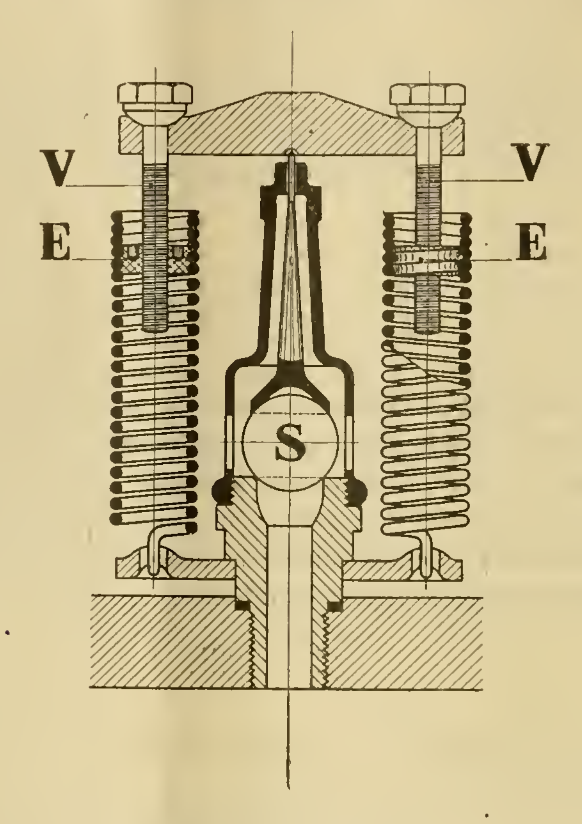
Avec une mise en charge de 1500^{kg} par seconde on a, pour le premier acier du Tableau, $dD = 0,14$; d'où

$$dP = 3000\,\frac{2 \times 0,14}{4,74} = 177^{kg}.$$

Il est possible de réaliser un appareil dans lequel la pression maximum atteinte soit automatiquement réglée par la vitesse de mise en charge.

Supposons la pression transmise à la bille par un piston hydraulique sans frottement, dont l'étanchéité est assurée par une lame de caoutchouc. La pression exercée sur le piston est limitée par le soulèvement d'une soupape, constituée par une sphère S (*fig.* 1) portant sur un siège à angle vif. La pression nécessaire pour soulever la soupape est alors rigoureusement définie par la section libre du siège et par l'effort exercé sur la sphère. Cet effort est produit par des ressorts dont on peut faire varier à volonté la tension au moyen des vis de serrage V, et la longueur utile au moyen des écrous intérieurs E, qui se vissent sur les spires mêmes du ressort au repos. Cela

donne pour le réglage deux variables indépendantes : longueur et tension du ressort. L'effort s'opposant au soulèvement de la soupape dépend de la hauteur de ce soulèvement, qui augmente l'allongement et par suite la tension du ressort. On règle l'appareil par tâtonnement de façon à avoir, sur un acier donné, les diamètres normaux d'empreintes pour deux vitesses de mise en charge variant dans le rapport de 1 à 30.



L'appareil se trouve du même coup réglé pour toutes les vitesses intermédiaires comme le montrent les chiffres du Tableau suivant :

Vitesse de mise en charge en kilogrammes par seconde....	100	200	300	600	1000	1500	3000
Diamètre d'empreinte........	4,38	4,37	4,40	4,39	4,40	4,39	4,39

Théoriquement, un réglage nouveau devrait être fait pour chaque métal différent. En fait, pour les aciers ordinaires au carbone et pour les aciers spéciaux (aciers nickel-chrome, aciers chromés) soumis à un traitement thermique quelconque, le même réglage suffit. Les résultats suivants en donnent la preuve :

Nature de l'acier.	Vitesse de mise en charge (kg : sec). 12,5.	100.	600.	3000.	Étalon Brinell.
Doux	5,67	5,66	5,67	5,68	5,66
Demi-dur, trempé, revenu	4,40	4,36	4,36	4,36	4,36
Nickel-chrome naturel	3,63	3,60	3,59	3,62	3,58
Nickel-chrome revenu	2,61	2,62	2,62	2,63	2,60

Cet appareil fonctionne depuis plusieurs mois sans s'être jamais déréglé. Pour des pièces de forme semblable et faciles à manier, le billage se fait à raison de 600 empreintes à l'heure. Les dix secondes employées à chaque opération se décomposent ainsi : 8 secondes pour les manipulations et 2 secondes pour la mise en pression.

GÉOLOGIE. — *Le pic du Teyde et le cirque de las Cañadas à Ténériffe.* Note de M. **Lucas-F. Navarro.**

De très nombreux travaux ont été publiés sur le volcan du Teyde; ils sont incomplets et parfois contradictoires, car ils résultent de visites trop rapides effectuées depuis plus d'un siècle par des naturalistes de tous les pays. J'ai entrepris une monographie de ce volcan, sur lequel je me propose de donner quelques précisions.

Le Teyde se dresse au centre d'un cirque ou *caldeira*, comme le Vésuve à l'intérieur de la Somma. Le grand axe de cette caldeira (15^{km}) est orienté SE-NW de la Boca de Tauze au Cabezón. On peut évaluer son diamètre moyen à environ 10^{km}, son contour primitif à au moins 75^{km}, sa superficie à 125^{km^2}.

Le contour de la caldeira est complet sur les trois cinquièmes de son développement; sur le reste, qui va du nord-nord-est au sud-est du pic, les matériaux des éruptions, qui se sont produites au milieu de la caldeira, ont rempli la cavité et forment un talus continu allant du pic aux remparts extérieurs. Ce rebord atteint sa hauteur maxima (2700^m) dans la montagne de Guajara, située au sud-est du pic; sa hauteur va ensuite en diminuant des deux côtés, jusqu'à ce que la crête disparaisse à environ 2000^m sous la couche de lave des éruptions intérieures. La partie interne de ce rebord possède des parois presque verticales qui dominent le fond de la caldeira, dont l'altitude oscille entre 2000^m et 2100^m.

Le pic a la forme d'un cône assez régulier, dominant le sol de la caldeira d'environ 1700^m. Son altitude maximum est de 3707^m. La régularité de ce

cône est rompue par trois protubérances : la plus grande, le Pico Viejo ou Chahorra, sur le versant Ouest-Sud-Ouest, a 3105^m d'altitude ; une autre, est la Montaña blanca à l'Est (2735^m); la dernière, la montagne Cumplida, au Nord (2339^m). Une légère dépression, la Rambleta, entoure à 3500^m le cône dans le secteur qui va de l'Est au Sud et Sud-Est. C'est là la limite où l'on rencontre le dernier vestige de végétation, la *Viola cheiranthifolia*. A partir de ce point, se dresse le cône de détritus appelé *Pan de Azucar* (Pain de Sucre), terminé par un cratère presque circulaire (La Corona) ayant un diamètre de 70^m; son bord le plus élevé (3707^m) se trouve à l'Est, le plus bas (3692^m) au Sud-Ouest; le fond de la dépression est à 3682^m. La partie occidentale des parois internes du cratère est rocheuse et escarpée, alors que la partie orientale consiste en un talus éboulеux plein de fumerolles et de dépôts de soufre.

Les produits des éruptions intérieures de la grande caldeira ont couvert presque tout le sol de celle-ci et même ont dépassé ses parois sur une portion du contour comme il a été dit plus haut. Entre la paroi escarpée et ses produits plus récents, se trouve une étroite dépression irrégulière, plate, qui dessine un arc de plus de 40^{km} et porte le nom de *Las Cañadas*. Étranglée en quelques points par les matériaux intérieurs qui arrivent jusqu'à la paroi de la Somma, élargie en d'autres endroits, cette dépression se divise en diverses cañadas ayant chacune un nom particulier. La marche y est très pénible; le sol, constitué par du sable volcanique très fin, y absorbe la chaleur du soleil, la température y monte jusqu'à 54° C., tandis que l'air extérieur, à 1^m du sol, atteint seulement 27° C. Pendant la nuit, nous avons enregistré des minima de quelques dixièmes de degré centigrade seulement au-dessus de 0°.

Le Pic du Teyde est dans une phase de fumerolles permanentes peu actives. Les éruptions historiques se sont presque toutes produites à l'extérieur de la caldeira; quant à celle du Chahorra (1798), elle a eu pour siège le versant méridional du cratère de ce nom et ne s'est pas produite par conséquent au Teyde proprement dit.

Les fumerolles, qu'on appelle dans le pays *narices* (nez), s'élèvent sur la paroi extérieure du cône à partir de 3000^m; des taches blanches et jaunâtres indiquent la place d'autres fumerolles, éteintes. Les fumerolles actives deviennent de plus en plus nombreuses et évidentes à mesure qu'on se rapproche du sommet. Le Pan de Azucar en est criblé et à son sommet est transformé en une argile humide imprégnée d'opale. On peut dire que l'intérieur du cratère n'est qu'une seule fumerolle, surtout dans sa partie

orientale. Le sol est formé par une boue argileuse, imprégnée de soufre cristallisé, de silice colloïde et de taches verdâtres où prédomine le chlorure de fer et d'ammoniaque. La température des fumerolles augmente avec l'altitude; elles atteignent 81° C. sur la cime.

A l'altitude de 2400^m, la paroi de la caldeira est constituée par un trachyte hololeucocrate de couleur claire finement poreux, assez vitreux avec phénocristaux de sanidine ayant jusqu'à 1^{cm}. Il n'existe pas d'éléments colorés. La portion inférieure de cette paroi est formée par un trachyte phonolitique bleuâtre renfermant quelques microlites d'augite ægyrinique et un petit nombre de phénocristaux de hornblende se transformant sur les bords en augite et magnétite. Cette roche constitue des bancs superposés en grand nombre.

Des produits de projection, intercalés entre le trachyte hololeucocrate et le trachyte phonolitique, sont peu abondants. En quelques endroits les tufs qu'ils constituent atteignent jusqu'à 30^m d'épaisseur et sont recouverts d'une couche d'obsidienne jaspée de rouge et de noir. Cette uniformité de composition est rompue par places (Cañada de las Pilas) par des coulées de labradorite ou de basalte : elles s'observent entre la partie supérieure du trachyte phonolitique et la zone des tufs. Tout cet ensemble de matériaux se déverse vers l'extérieur de la caldeira pour couvrir toute l'île, à l'exception d'Anaga au Nord-Est, de Teno au Nord-Ouest et peut-être de quelque petite étendue au Sud vers Adejo. Ce manteau trachytique est recouvert çà et là par les produits des éruptions modernes de plus en plus basiques (andésites, labradorites, basaltes).

La masse de la caldeira renferme de nombreux dykes phonolitiques et trachytiques; il existe des brèches à volumineux éléments qui sont consolidées par places par des dykes phonolitiques, notamment les Roques dans les Cañadas occidentales qui forment une crête partant de la paroi de la caldeira au sud du pic, la traversant dans la direction N-S et disparaissant sous les matériaux du Pico Viojo.

La caldeira se présente dans son ensemble comme un colossal cratère explosif, ce qui est en accord avec la nature des roches qui le constituent. Les produits meubles des éruptions ont été en grande partie emportés par l'érosion et nous ne voyons plus aujourd'hui que le squelette de l'énorme volcan.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la circulation embryonnaire primitive des Poissons Téléostéens (étude de l'embryon de l'Épinoche :* Gasterosteus gymnurus *Cuv.*). Note de M. **R. Anthony**, présentée par M. E. Perrier.

On peut distinguer trois périodes dans le développement de la circulation chez l'Épinoche : 1° celle des stades cardiaques; 2° celle de la circulation primitive caractérisée par l'existence d'un circuit très simple, mais complet; 3° celle enfin de la deuxième circulation qui conduit par ses complications successives à la circulation de l'adulte.

Ayant au cours de deux années suivi d'une façon continue, le développement embryonnaire de ce Poisson (observations portant sur dix séries d'œufs fécondés artificiellement), j'ai pu constater que la période que j'appelle *période de la circulation primitive* est toujours nettement délimitée.

Les débuts de la circulation qui concordent chez l'Épinoche avec l'apparition du pigment dans l'œil s'observent entre le 4e et le 11e jour suivant les cas. Le cœur, nettement rejeté à gauche, se présente à ce stade sous l'aspect d'un tube coudé dont l'angle coïncide sensiblement avec le bord du tube nerveux, sa partie auriculaire étant presque transversale et dépassant partiellement les limites du corps embryonnaire, sa partie ventriculaire étant presque longitudinale et coïncidant à peu près à sa terminaison avec la ligne médiane du corps.

Les premiers vaisseaux qui apparaissent sont deux petits canaux transversaux bien endigués qui continuent le ventricule et sont situés à peu près au niveau des vésicules auditives. Ce sont les *arcs vasculaires branchiaux n°* I dont le développement précoce a été constaté chez tous les Téléostéens. Bientôt leur font respectivement suite deux vaissaux convergents qui, après un certain trajet, se réunissent et constituent l'aorte.

En même temps que se forment ces vaisseaux du corps embryonnaire, on voit à l'entrée du cœur les éléments sanguins animés, sous l'impulsion des battements cardiaques, d'un mouvement de va-et-vient très net, former soit deux, soit trois courants principaux. Bientôt l'un de ces courants, le moyen (ou le postérieur quand il n'y en a que deux) augmente de netteté alors que les autres tendent à s'immobiliser. Il correspond à la terminaison d'une grosse veine qui non encore endiguée parcourt à gauche le vitellus en décrivant un arc de cercle qui présente en avant un double coude. Les parties moyenne et postérieure de cette veine vitelline qui, se reliant à l'aorte par l'intermédiaire d'une *veine sous-caudale*, d'une *veine anale* et d'une *veine*

sous-intestinale, prend sont origine dans la région postérieure du corps, constituent chez l'adulte la veine ventrale médiane.

Un circuit complet nettement asymétrique dans la plus grande partie de son trajet veineux est donc ainsi constitué [*cœur, arcs vasculaires bran-*



Fig 1. — Représentation schématique de la circulation embryonnaire primitive du *Gasterosteus gymnurus* Cuvier. — *O*, oreillette; *V*, ventricule auquel font suite les arcs vasculaires branchiaux n° I, qui se continuent par les racines aortiques; *A*, Aorte à laquelle font suite les veines caudale, anale (*a*) et sous-intestinale; *v*, veine vitelline; *C*, place où apparaîtront les conduits de Cuvier. Les vaisseaux veineux sont en noir. Les flèches indiquent le sens du courant.

chiaux n° I, racines d'origine de l'aorte, aorte, veine sous-caudale, veine anale, veine sous-intestinale, veine vitelline, cœur (voir *fig.* 1)], et les choses restent toujours au moins quelques heures en cet état.

Au cours de la période suivante et avant même que se produise l'éclosion, cette circulation primitive se compliquera du fait : 1° du développement d'un réseau vasculaire vitellin d'abord unilatéral (gauche), puis bilatéral. Ce réseau, d'origine purement veineuse en arrière, sera artériel en avant puisque constitué par des ramifications de l'artère mésentérique

branche de l'aorte (observation corroborant celle de Wintrebert relative au *Carassius auratus* L.); 2° du développement des vaisseaux cardinaux antérieurs et postérieurs qui donnent naissance aux conduits de Cuvier d'abord asymétriques aussi, situés à gauche, l'un derrière l'autre (le droit en arrière) sur le vitellus, mais ne communiquant point avec le réseau vasculaire vitellin; 3° du développement des artères céphaliques. La symétrie définitive de l'appareil circulatoire s'établit assez tardivement.

La circulation primitive de l'Épinoche se rapproche infiniment comme on le voit de celle de l'*Amphioxus* (voir *fig.* 2). Et, si l'on connaissait

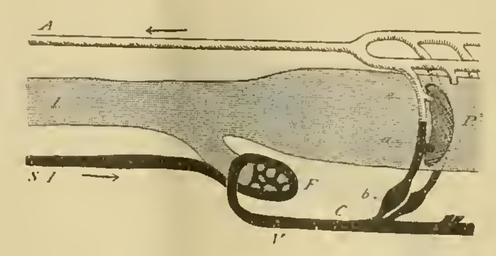


Fig. 2. — Représentation schématique de la circulation de l'*Amphioxus*. — *a*, dernier vaisseau branchial afférent avec son bulbe contractile (*b*); *e*, dernier vaisseau branchial efférent se jetant dans la racine aortique droite; *A*, aorte; *SI*, veine sous-intestinale; *V*, veine ventrale avec, en *C*, la place où existe le cœur chez l'embryon de Téléostéen; *I*, intestin; *P*, pharynx; *F*, foie. Les vaisseaux veineux sont en noir. Les flèches indiquent le sens du courant.

d'une façon précise l'ontogénie de l'appareil circulatoire de cet animal, le rapprochement pourrait sans doute être encore bien plus étroit. On sait en effet que dans l'ensemble le développement de l'*Amphioxus* se poursuit d'abord de façon asymétrique et que cette asymétrie primitive, qu'on a utilisée en vue d'éclairer les hypothèses relatives au mode de passage du type Invertébré au type Vertébré (Ed. Perrier), laisse chez l'adulte des traces non négligeables.

Les Gastéroïdés ne pouvant à aucun point de vue être considérés comme des types archaïques, il y aurait lieu de rechercher si cette disposition asymétrique primitive que l'on constate au cours du développement de leur appareil circulatoire [le cœur serait rejeté à droite au lieu de l'être à gauche chez l'*Apeltes quadracus* Mitch. (J.-A. Ryder)] n'est pas un fait général de l'embryogénie des Téléostéens.

ENTOMOLOGIE. — *Phénomènes de transformation de tissus larvaires en tissus à réserves observés pendant les métamorphoses des Insectes métaboles.* Note (¹) de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Pendant les métamorphoses des Insectes métaboles, lorsqu'est venu le moment où les tissus larvaires doivent disparaître, il m'a été donné de constater la généralité d'un processus que j'avais déjà signalé chez des Insectes amétaboles, quand, à l'époque des mues, il est nécessaire qu'il y ait disparition des tissus qui emplissent la cavité du moignon d'un appendice autotomisé appelé à être régénéré.

En réalité, l'expression *disparition* ou *destruction de tissus* n'est pas très adéquate; car le processus en question est un processus mixte se rattachant à la fois à l'histolyse et à l'histogenèse. Il consiste en la transformation sur place de la majeure partie des tissus larvaires, dans le cas des Insectes métaboles, ou des tissus du moignon d'un membre autotomisé, dans le cas des Insectes amétaboles, en tissu adipeux. Il serait préférable de dire en *tissus à réserves*, parce que le tissu en question contient non seulement de la graisse, mais aussi une grande quantité de matières albuminoïdes. Cette substitution d'un tissu à réserves, qu'on pourrait appeler *tissu adipeux secondaire*, à divers tissus larvaires au nombre desquels figure en abondance du tissu musculaire, s'opère sans doute grâce à des diastases contenues dans le liquide cavitaire et provenant, soit du tissu à réserves d'origine embryonnaire (*tissu adipeux primaire*), soit des disques imaginaux. La transformation donne des nappes syncytiales ou des cellules séparées (trophocytes).

Il ne faudrait pas croire que ce tissu de substitution n'a qu'une existence éphémère et qu'il est appelé à être complètement résorbé avant la fin de la période nymphale. Certes, une partie de ces substances albumino-adipeuses est utilisée, ainsi qu'une bonne portion du tissu adipeux primaire, pour la nutrition des formations imaginales; mais il en reste néanmoins de grandes quantités qui demeurent inattaquées et passent chez l'imago.

Le tissu adipeux secondaire fait son apparition sous un aspect absolument identique à celui qui correspond au stade de développement où en est arrivé le tissu adipeux primaire. Et c'est précisément ce qui rend le plus souvent inutile tout essai de distinction entre ces deux tissus. Cette dernière n'est guère possible qu'en des régions où la transformation des

(¹) Séance du 1er octobre 1917.

tissus larvaires en tissu adipeux secondaire ne s'est pas encore effectuée sur toute l'étendue de la plage musculaire ou épithéliale soumise au processus de substitution.

J'ai pu m'assurer que le curieux phénomène que je suis le premier à signaler était observable chez les Coléoptères (*Anobium*, *Donacia*), chez les Lépidoptères (*Pieris*, *Hyponomeuta*), chez les Névroptères (*Phryganea*), chez les Hyménoptères (*Polistes*, *Formica*) et chez les Diptères (*Calliphora*, *Lucilia*, *Phormia*, *Sarcophaga*, *Drosophila*, *Diplosis*). Et, comme les Insectes sur lesquels ont porté mes recherches ont été pris au hasard, il ne me semble nullement téméraire de conclure à la généralité du processus en question pour tous les Insectes métaboles.

Le phénomène de transformation des tissus larvaires est très net chez les Diptères. Chez les Cécidomyides (*Diplosis*), il produit des nappes syncytiales, tandis que chez tous les autres Diptères que j'ai cités précédemment, et qui sont des Muscides, le tissu adipeux secondaire se présente finalement sous la forme de cellules séparées (trophocytes).

En ce qui a trait à la transformation de faisceaux musculaires en trophocytes, les Muscides appartenant aux genres *Lucilia* et *Phormia* fournissent d'admirables exemples, que reproduisent avec la plus grande fidélité les très belles photographies que M. Cintract a exécutées d'après quelques-unes de mes préparations.

Chez les Diptères, la transformation des tissus larvaires en tissus à réserves s'opère de façon intense au cours de la période de quatre à cinq jours comprise entre le moment où la larve devient inactive et celui où elle passe à l'état de pupe. Quoique encore très marquée, cette transformation est un peu plus difficile à observer chez la pupe. Et c'est probablement pourquoi le phénomène est demeuré très longtemps inaperçu. En effet, les recherches des auteurs qui ont étudié les métamorphoses au point de vue histologique ne semblent point avoir porté sur cette importante période de passage de la larve à la pupe. Il est aussi d'autres causes qui ont retardé le moment de la constatation du processus. Elles sont d'ordre technique et je les indiquerai dans le travail d'ensemble que je prépare actuellement.

Des coupes effectuées dans des pupes de Diptères et dans la chrysalide des autres Insectes métaboles m'ont mis en présence d'un processus du domaine de l'histolyse proprement dite, et par cela même bien plus simple que celui que je viens de décrire de façon sommaire. Il doit s'agir du processus auquel Anglas a donné le nom de *lyocytose*. Les tissus larvaires qui en sont le siège, au lieu de donner des trophocytes et des nappes syncytiales

persistantes, se dissolvent immédiatement et entièrement sous l'action de sécrétions, probablement déversées par d'autres tissus dans le liquide cavitaire.

Quant à la phagocytose, son action ne semble certaine que chez les Muscides. Elle ne débuterait d'ailleurs que quelques heures après la formation de la pupe, de l'avis unanime de tous les auteurs qui se sont occupés de la question. Dès maintenant, je suis persuadé que l'importance du rôle qu'on lui attribue a été exagérée.

En terminant, j'attirerai l'attention sur un fait qui n'avait pas encore été remarqué et à la constatation duquel je dois la découverte du processus étudié dans la présente Note. Si nous prenons une larve de *Calliphora* ayant atteint son entier développement et entrant dans la période d'inactivité, et si nous la coupons longitudinalement, nous constatons que le tissu adipeux n'est représenté sur la coupe que par deux colonnettes s'étendant sur toute la longueur du corps. Par contre, la coupe d'une pupe à peine formée et encore blanche contient une énorme quantité de trophocytes. La larve a cependant été soumise à un jeûne naturel absolu. De plus, au dire de tous les auteurs, les cellules adipeuses des Muscides ne présentent jamais de phénomènes de division pouvant accroître leur nombre. Comme l'hypothèse d'une génération spontanée de cellules est inacceptable, on se trouve logiquement amené à la conclusion suivante : les nombreux trophocytes nouvellement apparus, et qui se présentent d'emblée avec des dimensions comparables à celles des trophocytes préexistants, proviennent de la transformation d'éléments cellulaires des tissus larvaires dont le rôle actif a pris fin. Cette conclusion, la seule admissible, est basée sur un raisonnement inattaquable qui, par lui-même, suffirait déjà pour réfuter *a priori* toutes les objections que l'on pourrait essayer de formuler contre les idées que je viens d'exposer.

MÉDECINE. — *Sur la spondylothérapie des troubles asthéniques et vasomoteurs post-traumatiques ou commotionnels.* Note de MM. **Baudisson** et **A. Marie** (de Villejuif), présentée par M. Edmond Perrier.

Les recherches antérieures du professeur Abrams, de San-Francisco, ont depuis longtemps attiré l'attention sur l'action régulatrice des stimulations centrales par martèlements exercés par l'intermédiaire des vertèbres sur les divers étages du névraxe en vue de provoquer des actions réflexes vasomotrices ou vasotrophiques viscérales diverses.

Sous le nom de *spondylothérapie*, Abrams a publié un exposé d'ensemble de ses méthodes en 1912 (*Philospolispress*, San-Francisco).

La percussion des vertèbres à divers étages de l'axe spinal étant la base de ces méthodes, M. Baudisson a construit un appareil vibrateur électrique spécial avec diapason permettant des alternatives de courant extrêmement fréquentes et réglables mathématiquement sur le son du diapason.

L'emploi de cette méthode semble particulièrement indiqué pour les blessés de guerre et malades atteints de troubles asthéniques post-traumatiques et commotionnels.

Principales applications :

Neurasthénie. — Vibration de toute la colonne vertébrale et du crâne (occiput et front) de 2 à 6 minutes en changeant de point d'application toutes les 25 secondes.

Cœurs et vaisseaux dans les états de dilatation passive surtout, vibration de la 7e cervicale durant 2 à 4 minutes.

Foie, reins et autres organes abdominaux. — Vibrations des 1re, 2e et 3e lombaires.

Dystrophie neuro-musculaire périphérique. — Vibration des tendrons et plaques motrices terminales du plexus.

Des applications contrôlées ont été faites dans les services militaires du centre neurologique de Marseille avec l'agrément de M. le Dr Sicard et dans le service du Dr Auguste Marie (de Villejuif).

Les résultats furent particulièrement encourageants dans quelques cas d'hypertension centrale et périphérique. Les contrôles (par la radiographie des dilatations aortiques et de la tension périphérique par l'appareil de Pachon) ont montré des rectifications typiques enregistrées par les graphiques joints (pouls passant de 88 à 90 de moyenne à 74 et 78 et se maintenant; tension tombant de 18 et 20 à 10 et 15).

Les contrôles radiologiques sont dus à M. le Dr Chabry, du centre de la XVe région.

La séance est levée à 16 heures et quart.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 OCTOBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à Sir Almroth Wright, qui assiste à la séance.

PÉTROLOGIE. — *Les laves leucitiques de la Somma.* Note [1] de M. **A. Lacroix**.

Il est généralement admis [2] que les laves leucitiques dont les dykes, les sills et les coulées constituent l'ossature de la Somma ont la même composition que les laves actuelles du Vésuve. D'autre part, les analyses récentes de ces dernières roches n'ont mis en évidence que de petites variations chimiques entre les leucittéphrites émises par les diverses éruptions du Vésuve datant de la période historique.

Deux analyses publiées dans une Note précédente conduisant à mettre en doute la première de ces conclusions, je me suis proposé de rechercher quelle est la composition chimique des principaux types des vieilles laves de la Somma. Ne pouvant, dans les circonstances actuelles, entreprendre de nouvelles recherches sur le terrain, je me suis contenté d'étudier les matériaux, très considérables d'ailleurs, provenant de mes explorations antérieures et de plusieurs collections réunies au Muséum depuis plus d'un siècle. Toutes ces roches ont été examinées en lames minces, groupées par types, et un échantillon représentatif de chacun de ceux-ci a été analysé.

---

(1) Séance du 8 octobre 1917.

(2) U. S. Washington, *The roman comagmatic region* (*Carnegie Institution of Washington*, n° 57, 1906).

Quelques mots seulement sur les laves actuelles du Vésuve bien souvent décrites. Ces leucittéphrites peuvent être rapportées à deux types principaux, en rapport avec le mode de dynamisme qui les a amenés au jour. L'un d'eux, caractéristique des épanchements lents du type de l'éruption de 1895, est caractérisé par des phénocristaux de leucite macroscopiques, associés à des phénocristaux d'augite, d'olivine et quelquefois de plagioclases qui ne sont le plus souvent visibles qu'avec le secours du microscope ([1]). Dans le second type, les phénocristaux visibles à l'œil nu appartiennent surtout à l'augite; ceux de leucite, d'olivine, de labrador sont peu nombreux et de très petite taille. Ce type est fourni par les grandes éruptions paroxysmales du genre de celles de 1872, de 1631 et aussi par les épanchements par fissures de basse altitude (1760, 1794, 1861). La lave de 1906 occupe une position intermédiaire entre ces deux types principaux. Dans chacun d'entre eux, et suivant les conditions de la consolidation, toutes les variétés possibles de cristallinité s'observent dans la pâte, depuis des roches très riches en verre (bord des coulées, scories de projection) jusqu'à d'autres qui sont holocristallines [partie centrale des grandes coulées de 1631 (la Scala)]. Cette variation dans la nature des phénocristaux entraîne des variations systématiques dans la nature des microlites, puisque la composition globale de ces laves reste sensiblement constante; la pâte du premier type est pauvre en leucite et riche en augite, alors que l'inverse a lieu pour celle du second. A cette composition minéralogique, il faut ajouter, pour certaines des coulées refroidies lentement, de nombreux minéraux formés par autopneumatolyse ([2]) dans les pores ou dans les fentes (néphéline, sodalite, orthose, microsommite, fayalite, biotite, hornblende, etc.).

Au cours de l'éruption de 1906 et de quelques autres grands paroxysmes, le Vésuve a rejeté des blocs de laves de cristallinité variée renfermant de petites masses, de quelques millimètres, de quelques centimètres ou de quelques décimètres cubes, d'un verre noir, à cassure conchoïdale, à aspect d'obsidienne, faisant gelée sous l'action des acides; elles sont tantôt isolées et tantôt régulièrement distribuées.

Analyses des laves du Vésuve actuel (*vésuvites*). — 1. Éruption de 1631 (La Scala), II (III).(7) (8).2.2 (3); 2. Éruption de 1872 (près l'Observatoire), II (III).7.2.2 (3); 3. Éruption de 1903 (Atrio del Cavallo), II.7.2.2 (3) (analyses par M. Washington, *op. cit.*); 4. Éruption de 1906 (près de Boscotrecase), II'.7.2.2 (3); 5. Bloc de la même éruption, II'.'8.2.2; 6. Nodule de verre résiduel dans la roche 5, II.'7.1.4 (analyses par M. Pisani).

([1]) Je ne parle pas des minéraux, tels que l'apatite, la titanomagnétite, qui existent dans toutes les roches étudiées dans cette Note.

([2]) A. Lacroix, *Étude minéralogique des produits silicatés de l'éruption du Vésuve* (avril 1906). (Conséquences théoriques à en tirer à un point de vue général.) [*Nouvelles Archives du Muséum*, t. 9, 1907 (1 à 172, pl. I à 10).]

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
SiO^2	47,71	47,65	48,50	47,89	48,20	53,10
Al^2O^3	17,61	18,13	17,56	18,46	18,12	20,70
Fe^2O^3	2,46	2,63	2,48	1,32	3,29	0,07
FeO	5,68	6,48	6,10	7,75	4,30	4,77
MgO	4,80	4,19	4,27	3,79	4,64	1,77
CaO	9,42	9,01	8,16	9,18	8,40	3,18
Na^2O	2,75	2,78	2,65	2,78	2,51	9,10
K^2O	7,64	7,47	7,93	7,15	8,99	5,84
TiO^2	0,37	1,13	1,41	1,16	1,59	0,47
ZrO^2	0,06	0,02	tr.	»	»	»
P^2O^5	0,77	0,50	1,01	0,25	0,38	»
BaO	0,26	0,24	0,08	n. d.	n. d.	»
H^2O à 105°	tr.	0,13	0,12	0,93	»	0,70
» au rouge	n. d.	0,11	0,04			
	99,53	100,47	99,91	100,66	100,42	99,70

Ces analyses montrent que les leucittéphrites du Vésuve se trouvent à la frontière des groupes leucocrate et mésocrate; elles sont dopotassiques, mais à la limite du groupe sodipotassique; leur caractéristique réside dans leur richesse en leucite et dans la valeur du rapport des alcalis à la chaux feldspathisable qui les réunit toutes dans le même rang, le deuxième : je les désigne sous le nom de *vésuvites*.

Le verre dont il vient d'être question n'est pas seulement une curiosité minéralogique, il présente un grand intérêt théorique. Ses propriétés physiques et sa composition chimique montrent qu'il ne constitue pas une obsidienne de leucittéphrite. Tandis qu'en effet le verre noir résultant de la fusion complète et du refroidissement brusque de la vésuvite englobante a une densité de 2,66 et un indice de réfraction de 1,5615 (Na), la densité du verre naturel est de 2,52 et son indice de 1,5254. L'analyse 6 fait voir que sa composition chimique diffère essentiellement de celle de la vésuvite par une proportion plus grande de silice, d'alumine et surtout de soude, par une teneur moindre en potasse, en magnésie et en chaux. On doit le considérer comme le résidu d'une différenciation, par cristallisation, du magma épanché; il représente en quelque sorte l' « eau mère » de celui-ci restant après la production de la vésuvite. Sa composition est très voisine de celle [1] de la phonolite qui se trouve à l'état de blocs dans les tufs de la Somma; c'est en un mot une véritable *obsidienne phonolitique*. Sa pro-

---

(1) SiO^2 56,10; Al^2O^3 22,65; Fe^2O^3 0,59; FeO 1,48; MgO 0.62; CaO 2. 27 Na^2O 8,27; K^2O 7,09; TiO^2 0,07; Cl 0,50; H^2O 0,10 = 99,74.

duction est donc une réminiscence et une réduction, à une échelle minuscule, du phénomène qui, dans une période ancienne de l'histoire du volcan, a produit une roche dosodique aux dépens d'un magma qui n'a fourni en dehors d'elle que des roches sodipotassiques et dopotassiques; elle explique l'existence à la Somma de cette phonolite néphélinique, comme égarée au milieu d'un cortège de roches leucitiques.

Les leucittéphrites de la Somma, bien que qualitativement semblables aux vésuvites, en diffèrent quantitativement; elles sont à rapporter à trois types principaux. L'un d'eux, caractérisé par des phénocristaux macroscopiques de leucite, est comparable au premier type du Vésuve, mais ses cristaux leucitiques sont plus gros, et ils sont en outre accompagnés de phénocristaux d'olivine, d'augite et de bytownite, plus petits, mais visibles à l'œil nu; tous sont disséminés dans une pâte, tantôt grise et poreuse, tantôt noire et compacte, très riche en plagioclase et en augite et généralement pauvre en leucite. Un second type est noir foncé; il ne contient guère que des phénocristaux d'augite, comme le second type du Vésuve; le microscope montre en outre des phénocristaux plus petits de biotite en voie de résorption et de très rares cristaux de leucite; ce dernier minéral est concentré dans la pâte en cristaux très menus, avec beaucoup d'augite et de magnétite et peu de plagioclase; la roche fait penser tout d'abord à une leucitite, bien que la composition chimique conduise à une autre conclusion. A ces deux types doivent être rapportés les lapilli scoriacés, noirs, de la Somma; ils ont été rejetés en grande quantité, avec ceux du magma neuf, par les explosions de 1906.

Un dernier type est celui que j'appellerai *doléritique;* il est holocristallin et généralement de couleur claire. La bytownite, très abondante, est seule automorphe, elle est accompagnée de cristaux d'augite, d'olivine et de biotite qui, très fréquemment, au moins sur leur périphérie, enveloppent pœcilitiquement ou ophitiquement du feldspath, de la leucite; la plus grande partie de la leucite a cristallisé ensuite et, quand il existe de l'orthose, ce minéral est le dernier formé. Cet ordre de cristallisation n'est pas absolument rigoureux et il est probable que, comme dans les dolérites basaltiques, la cristallisation de tous les minéraux a été presque simultanée. Le grain est généralement assez gros : il existe des passages insensibles à la sommaïte par exagération des proportions de l'orthose aux détriments de la leucite; dans ces variétés de transition, la leucite simule fréquemment des phénocristaux.

Analyses des laves de la Somma [1] (*ottajanites*). — A cristaux porphyriques de leucite. 1. P^ta di Nasone (dyke), II.5(6).3.2′; 2. Ottajano (bloc), II(III).5′.3.2(3); 3. doléritique (passage à sommaïte), ravin de Pollena, II(III).5′.3.2; 4. compacte à faciès basaltique (à biotite et sans olivine) sous le canal della Menata (coulée), II(III).′6.3.2; 5. lapilli scoriacé, projection de 1906, Ottajano, III.′6.3.′3; 6. doléritique, III,6′.3.2′; 7. doléritique, riche en augite (sans olivine), III.6.3′.(2)3; Ottajanites doléritiques passant à vésuvites; 8. avec taches de verre résiduel, III.7.′3.2(3); 9. III.7(8).2(3).2′.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
SiO^2......	50,10	48,46	50,06	47,70	48,10	47,61	45,60	46,74	46,30
Al^2O^3.....	17,46	16,59	16,32	17,49	15,31	16,12	16,38	17,03	15,53
Fe^2O^3.....	3,20	3,83	1,94	5,43	3,20	0,91	4,75	2,66	3,28
FeO......	4,70	4,95	5,14	3,94	5,45	6,22	4,78	6,43	5,87
MgO......	4,35	5,41	5,70	4,99	7,55	7,27	3,27	5,40	5,14
CaO......	10,34	10,74	10,30	10,90	12,45	12,45	17,40	11,80	13,30
Na^2O.....	2,04	1,80	1,73	1,52	1,98	1,76	1,69	2,16	1,98
K^2O.......	5,66	4,85	5,55	5,82	4,22	4,75	3,93	5,71	6,20
TiO^2......	1,60	1,40	1,60	1,30	1,15	1,26	1,80	1,30	1,20
P^2O^5......	0,32	0,68	0,43	0,71	0,12	0,38	0,41	0,57	0,67
BaO......	0,06	tr.	0,07	0,00	n. d.	n. d.	0,09	tr.	0,07
H^2O à 105°.	0,08	0,81	0,16	0,24	0,87	1,50	0,04	0,05	»
» rouge..	0,32	0,58	1,16	0,91			0,12	0,35	»
	100,23	100,20[2]	100,16	100,95	100,40	100,23	100,26	100,20	100,37[3]

Ces analyses montrent que les leucittéphrites de la Somma sont très analogues entre elles au point de vue chimique, à l'exception du n° 7 exceptionnellement riche en chaux et pauvre en magnésie, et qu'elles diffèrent des vésuvites en ce qu'elles renferment moins de potasse et plus de chaux; la chaux feldspathisable notamment y est plus abondante, il en résulte que le rapport des alcalis à cette chaux feldspathisable est plus petit que dans les vésuvites et classe uniformément ces roches dans le troisième rang; c'est là la caractéristique de ce que j'appelle les *ottajanites*, formes d'épanchement des sommaïtes, plus plagioclasiques et moins leucitiques que les vésuvites. Il existe d'ailleurs des passages entre ces deux types; ils sont réalisés par les roches analysées en 8 et en 9.

Je ne connais en place que le type I, qui constitue de nombreux dykes, et le type II, qui forme surtout des coulées; les ottajanites doléritiques n'ont été recueillies qu'à l'état de blocs; elles me semblent devoir provenir de dykes profonds ou de sills.

En résumé, au point de vue pétrographique, le Vésuve et la Somma sont

(1) Analyses faites par M. Raoult à l'exception de 5 et 6 dues à M. Pisani.

(2) Y compris CO^2, 0,10.

(3) Y compris Cl, 0,21; SO^3, 0,12.

caractérisés par des types différents de leucittéphrites. L'existence des roches 8 et 9 fait penser qu'il existe probablement de véritables vésuvites à la Somma; mais je ne pense pas que le Vésuve actuel ait émis d'*ottajanites* [1].

J'ai résumé dans le Tableau suivant toutes mes observations [2] sur les roches de ce centre volcanique en y faisant figurer sur une même ligne horizontale les roches de même composition chimique; elles constituent soit des termes de structure différente, soit des types hétéromorphes, tels que la campanite, riche en leucite et la pollénite, dépourvue de ce minéral. On voit combien est compliquée la constitution pétrographique de ce grand volcan et combien elle s'éloigne de l'unité dont il a été question au début de cette Note.

Phase grenue (ou microgrenue). — Intrusions non décapées. (blocs projetés)		Phase microlitique. — Épanchements (dykes superficiels, coulées, projections).			
Peu ou pas de leucite.	Leucite.	Peu ou pas de leucite.	Leucite.		Types riches en anorthite virtuelle.
Sanidinite sodalit.		*Phonolite		I.6.1.4	
			*Leucitphonolite (ponces de Pompéi)	I.6.1.3	
		*Trachyte phon.		I.6.2.3	
Monzonite				II.5.2.3	
	Syénite leucitique		[3]	II-I.7-8.1-2.2-3	
Microsyénite à idocrase	Microsyén. néphél. à pseudo-leucite	*Pollénite	*Campanite	II.6-7.1-2.3	
Kentallénite leucitique					II.5-6.3.3
Sommaïtes			Ottajanites		III.5-6.3.2(3)
			Vésuvites	II-III.7-8.2.2-3	
	Missourite		[4]	III.8-9.2.2	
	Shonkinite leucit.				IV.7-8.3.3
Sébastianite	Puglianite				III.6-7.4.2-3
Pyroxénite à biotite	Pyroxén. leucit. à biotite				
Pyroxénite					

* Roches volcaniques n'existant que sous forme de matériaux de projection.

(1) Si l'on en juge par son analyse de la lave de 1631, il est vraisemblable que la plupart des analyses des laves du Vésuve publiées par C.-W. Fuchs (*Zeitsch. d. d. geol. Gesellsch.*, t. 34, 35 et 37, 1866, 1867, 1869) sont fautives.

(2) Pour la description des roches volcaniques non étudiées dans cette Note, voir mon Mémoire de 1906, cité plus haut, et, pour les roches grenues, la Note précédente des *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 205. Je ne considère ici que les roches normales, à l'exclusion des types métamorphiques ou pneumatolytiques.

(3) La *tavolatite* du Latium est la forme d'épanchement de cette syénite leucitique.

(4) Les leucitites du Latium constituent la forme d'épanchement de la missourite.

Ces conclusions minéralogiques démontrent la nécessité de reprendre l'étude géologique de la Somma afin d'établir, en particulier, l'importance relative de ces divers types pétrographiques, de déterminer leur ordre de mise en place, de rechercher dans les ravins profonds de la montagne des affleurements possibles des types grenus, de voir enfin si, parmi les laves noires, on ne trouverait pas l'équivalent microlitique (épanché) des termes les plus basiques de la série pétrographique, termes que je n'ai rencontrés jusqu'ici que sous une forme grenue (intrusive).

ASTRONOMIE. — *Observations de nébuleuses faites à l'Observatoire de Paris.* Note de M. G. **Bigourdan.**

Les mesures micrométriques de nébuleuses que j'ai faites à l'Observatoire de Paris, de 1884 à 1911, ont été publiées successivement, heure par heure d'ascension droite, à mesure de leur achèvement; et le dernier Volume du tirage à part (Tome III, 2e Partie, XII^h0^m à XIV^h0^m) a paru en 1913 (1).

Il restait à donner l'ensemble des éléments de réduction, permettant de vérifier les calculs : c'est ce que contient principalement le Volume que je présente aujourd'hui et qui forme la première Partie du Tome I.

Ces éléments de réduction y sont précédés de remarques générales sur la constitution des nébuleuses et sur le but des mesures précises de ces astres (Chap. I).

Un second Chapitre indique l'accroissement graduel du nombre des nébuleuses connues : si l'on exclut les amas, la première nébuleuse découverte est celle d'Orion, trouvée au moyen de la lunette. Lacaille et Messier en découvrirent les plus brillantes, mais c'est surtout avec W. Herschel que cette branche de l'Astronomie prit un grand développement. Aujourd'hui on peut évaluer à 15000 environ le nombre de ces astres qui ont été catalogués.

Le Chapitre III indique les observations précises de nébuleuses faites jusqu'à 1913, époque où fut commencée l'impression du Volume, et termine ainsi les généralités.

Voici le sommaire des Chapitres suivants :

IV. Description de l'instrument employé.

V. Préparation du travail. Méthode d'observation, etc.

VI. Réduction des observations. Étoiles de comparaison.

(1) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 499-500.

Enfin 10 *appendices* donnent les lectures du mouvement diurne, les coïncidences, etc. Le 7e donne les positions des nébuleuses nouvelles découvertes dans le cours du travail, au nombre de 559, et le 8e donne des mesures complémentaires de tout l'ensemble. Il est suivi d'un *errata* général que les délais d'impression ont permis de dresser, et auquel sont priés de se reporter ceux qui auront à employer nos mesures.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés réfractaires de la magnésie.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **B. Bogitch.**

La magnésie, dont les propriétés réfractaires ont depuis longtemps été signalées par M. Schlœsing, est aujourd'hui couramment employée à la fabrication des matériaux réfractaires très réputés. Leur emploi dans les fours d'aciérie s'est rapidement généralisé parallèlement au développement des procédés basiques. Dans ce mode de traitement, l'affinage du métal est obtenu en présence d'un laitier riche en chaux, c'est-à-dire très basique, d'où le nom du procédé. Grâce à cette teneur élevée en chaux, on peut éliminer de la fonte, non seulement le carbone, le silicium et le manganèse, mais encore le phosphore qu'il serait impossible de faire disparaître en présence d'une scorie riche en silice.

L'emploi des laitiers basiques serait impossible dans un four dont les parois seraient entièrement construites en briques siliceuses ou argileuses; ces matériaux se dissoudraient trop rapidement dans le bain calcaire. Les briques de magnésie, au contraire, constituées elles-mêmes par un oxyde basique, résistent parfaitement. Dans tous les fours basiques, la partie inférieure des parois verticales et souvent la sole elle-même sont construites en magnésie. La voûte, par contre, est toujours faite avec des briques de silice.

Les briques de magnésie passent pour être très réfractaires; la magnésie pure fond seulement vers 2400°, c'est-à-dire à une température supérieure de 700° à celle des fours d'aciérie; mais la magnésie employée pour la fabrication des briques n'est jamais pure. Elle renferme des proportions variables d'oxyde de fer qui colorent plus ou moins fortement les briques en brun. Ce fer se trouve dans le minerai à l'état de carbonate de fer isomorphiquement mêlé au carbonate de magnésie naturel. Elle contient encore de la silice et un peu d'alumine provenant soit de silicates magnésiens associés au carbonate, soit des cendres du combustible employé dans la

première cuisson. Toutes ces impuretés augmentent nécessairement la fusibilité de la masse.

Il nous a paru intéressant d'étudier les propriétés réfrataires des briques de magnésie, comme nous l'avions fait précédemment pour celles d'argile et de silice. La méthode expérimentale employée a été la même que celle de nos premières recherches.

Nous donnerons par la même occasion des résultats relatifs à une brique de fer chromé. On emploie ces briques dans la construction des fours pour séparer les briques de magnésie de celles de silice. Le contact direct de matériaux basiques et acides provoquerait leur fusion mutuelle. Le fer chromé au contraire ne réagit ni sur la silice, ni sur la magnésie.

Les matières essayées ont été soit les briques industrielles, soit des échantillons préparés au laboratoire. Pour obtenir un terme de comparaison, on avait essayé de préparer un bloc de magnésie très pure en fondant au four électrique de la magnésie précipitée; mais à la haute température nécessaire pour cette fusion, la chaux des parois du four et les impuretés qu'elle renferme se volatilisent et vont souiller le produit fondu. On a obtenu ainsi une matière renfermant seulement 94 pour 100 de magnésie et tout juste comparable aux bonnes briques de fabrication industrielle.

Nous donnerons dans un premier Tableau la liste des produits essayés, dans un second, leur analyse chimique et dans un troisième, leur résistance à l'écrasement mesuré à différentes températures.

Liste des produits essayés.

I. Brique de Styrie, cuite à 1450°, fabriquée en 1890, qualité normale.
II. Bonne brique d'Eubée, fabriquée en 1910.
III. Brique G, bonne fabrication actuelle.
IV. Brique B, médiocre, addition dans la pâte de 3 pour 100 de pyrite grillée.
V. Magnésie pure, fondue au four électrique et souillée par cette opération.
VI. Matière première des briques B, agglomérée au four électrique.
VII. Brique de fer chromé.

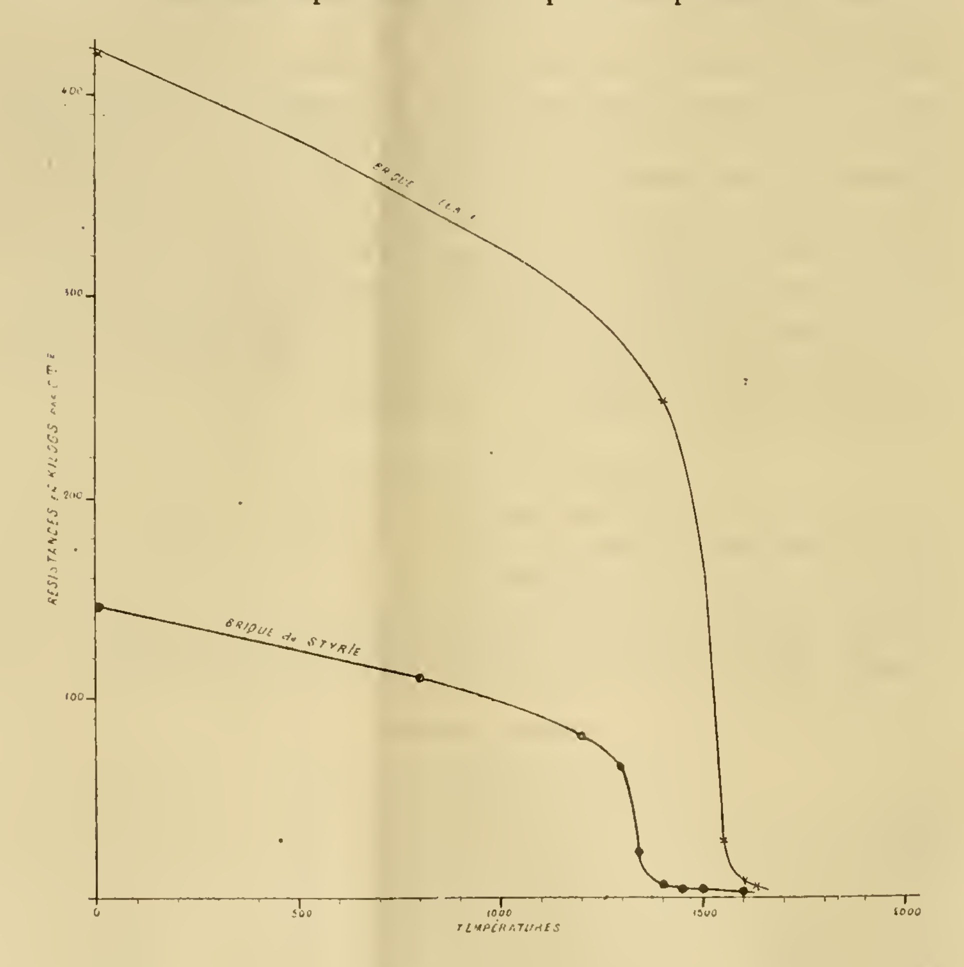
Analyse chimique.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	
Magnésie	86,7	93,4	89,4	81,2	93,7	88,5	12,3	
Chaux	1,0	3,7	4,5	4,8	2,7	4,5	5,8	
Oxyde de fer (Fe^2O^3)	6,0	0,5	1,1	4,2	0,3	1,4	15,5	(FeO)
Alumine	0,6	0,2	0,8	1,0	1,1	0,0	10,9	
Silice	6,7	2,8	4,2	8,8	3,2	6,5	4,7	
Oxyde de chrome	»	»	»	»	»	»	50,0	
Oxyde de manganèse	»	»	»	»	»	»	1,5	
Total	101,0	100,6	100,0	100,0	101,0	100,9	100,7	

Résistance à l'écrasement en kilogrammes par centimètre carré.

Température.......	15°.	1000°.	1300°.	1500°.	1600°.
I..........	145	85	66	3,6	1,8
II	420	»	»	185	8
III........	390	»	»	>90	4,8
IV.........	230	»	»	16	3,5
V..........	»	»	»	>90	6,6
VI.........	530	»	»	»	3,5
VII........	260	120	6	2	1

Pour les deux premières briques, celles de Styrie et d'Eubée, les expériences ont été en réalité plus nombreuses que celles portées au Tableau ci-



dessus. Elles ont permis de tracer la courbe complète des résistances mécaniques (voir la figure). Ces deux courbes sont caractérisées par une chute

brusque de résistance à l'écrasement qui se produit entre 1300° et 1400° pour la brique de Styrie, la moins pure des deux, entre 1500° et 1600° pour celle d'Eubée. Toutes les briques de magnésie présentent cette chute brusque de résistance à une température plus ou moins élevée suivant leur degré de pureté. Tout se passe comme si, à une certaine température, les matières étrangères fondaient brusquement de façon à laisser les grains de magnésie isolés dans un magma fondu. Elles sont alors dans le même état que du sable humide et ne possèdent plus qu'une résistance mécanique très faible. Les meilleures briques de magnésie présentent à 1600° une résistance à l'écrasement bien inférieure à celle des bonnes briques de silice. De plus, à ces températures élevées, la déformation des briques de magnésie se fait comme pour celles d'argile, elles cèdent progressivement au lieu de se rompre brusquement comme les briques de silice. Pendant le refroidissement la matière écrasée se ressoude et reprend sa dureté après la solidification du magma fondu.

Ces résultats expliquent comment les briques de magnésie résistent moins bien dans les parois des fours que celles de silice, bien que leur température de fusion, lorsqu'on l'observe en dehors de tout effort mécanique, soit très notablement supérieur, 2050° au lieu de 1750°.

L'allure de la chute de résistance dans la brique de fer chromé est analogue à celle des briques de magnésie, mais avec une température beaucoup plus basse pour la perte rapide de solidité, 1100° au lieu de 1350° à 1550° suivant la pureté de la magnésie.

THÉRAPEUTIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Des antiseptiques réguliers et irréguliers.* Note de MM. **Charles Richet** et **Henry Cardot**.

I. Dans une Note antérieure ([1]), nous avons montré qu'il y a des antiseptiques à action *régulière* et d'autres à action *irrégulière*.

Il est inutile d'insister pour montrer à quel point est essentielle pour le chirurgien cette notion de la régularité ou de l'irrégularité d'un antiseptique. Quand un antiseptique est irrégulier, on n'est jamais sûr du résultat qu'on va obtenir, tandis que, quand l'antiseptique est régulier, on en peut connaître à l'avance la dose convenable. Il est évident que le chirurgien ne peut prévoir l'action d'un antiseptique déposé sur une plaie que si les effets en sont constants, exactement liés à la dose.

([1]) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 669.

II. Mais il faut s'entendre sur le mot d'antiseptique *régulier*. Car jusqu'à présent cette notion de la régularité ou de l'irrégularité d'une action toxique n'a pas été introduite dans la Science ([1]).

Le degré de régularité peut être défini par la grandeur de l'écart relatif moyen.

Soit une série de tubes identiques, ensemencés de la même manière, contenant la même quantité du même liquide nutritif, et fermentant, pendant le même temps, à une température rigoureusement égale. On devrait au dosage trouver dans chaque tube une même quantité d'acide formé ([2]).

De fait cette quantité n'est jamais la même dans les divers tubes. Toujours le croît a été différent, très peu différent, mais différent, dans chacun des tubes. Chaque tube en effet présente une acidité spéciale, laquelle plus ou moins s'écarte de la moyenne; la moyenne de ces écarts est *l'écart moyen*.

Il faut aller plus loin. Et en réalité, plus le chiffre absolu de l'acidité est considérable, plus l'écart absolu est grand entre les divers tubes ; plus aura crû la différence entre les tubes qui poussent vite et ceux qui poussent lentement (au moins dans certaines limites). Par conséquent il faut rapporter à l'unité d'acidité cet écart absolu; ce qui nous donnera *l'écart moyen relatif*.

Soient A l'acidité et ε l'écart moyen, l'écart relatif sera $\frac{\varepsilon}{A}$. Ce sera, si l'on veut, l'écart absolu moyen, mais rapporté à l'unité d'acide formé.

Les chiffres sont d'autant plus significatifs qu'ils portent sur un plus grand nombre de dosages. Cependant déjà il suffit de 6 à 7 dosages pour avoir une première approximation, que ne changeront pas essentiellement les dosages ultérieurs. (On verra que nous ne sommes pas satisfaits d'un si petit nombre de dosages, et que dans certains cas nous avons réuni plus de 1300 dosages pour obtenir un chiffre moyen.)

Bien des conditions influent sur cet écart; la quantité et la qualité de semence introduite, la rapidité du croît, la température, le volume du liquide fermentescible, le nombre d'heures pendant lesquelles le liquide a fermenté.

Nous n'entrerons pas dans ces détails minutieux (que nous avons cepen-

---

([1]) On pourra sans doute l'appliquer à la toxicologie. L'étude de la variabilité de la dose toxique mortelle est à peine ébauchée. Or la variabilité, c'est l'écart moyen.

([2]) Nous mesurons le degré d'activité d'un antiseptique par l'influence, inhibante ou ralentissante, qu'il exerce sur la fermentation du petit lait (transformation de lactose en acide lactique), mesurée par la quantité de potasse nécessaire pour la neutralisation du liquide.

dant étudiés), car, quoique très importants au point de vue de la théorie, ils n'ont pas à l'heure actuelle d'intérêt pratique immédiat. Nous nous proposons ici uniquement d'étudier les variations de l'écart moyen (relatif) selon les diverses substances antiseptiques introduites dans la liqueur fermentescible.

Si l'écart moyen a été très petit, c'est que le croît d'acidité dans les divers tubes est demeuré à peu près le même. Si l'écart moyen a été très grand, c'est au contraire que le croît dans la fermentation des divers tubes a été très différent. Fermentation régulière pour un croît égal ou presque égal dans tous les tubes. Pour un croît très variable, fermentation irrégulière.

Par conséquent on pourra mesurer la régularité d'un antiseptique d'après l'écart moyen. Les écarts faibles indiqueront les antiseptiques réguliers; aux écarts forts répondront les antiseptiques irréguliers.

Voici un Tableau qui représente l'écart moyen trouvé dans les fermentations lactiques avec divers antiseptiques.

On verra qu'il s'agit d'un très grand nombre d'expériences. Nous avons utilisé les dosages faits il y a quelques années par l'un de nous, pour d'autres recherches. La quantité de liquide fermentescible était alors de 25^{cm^3}, au lieu de 10^{cm^3}, et le liquide à fermenter était du lait intégral dilué dans son volume d'eau, au lieu d'être du petit-lait (¹).

Nous supposerons l'écart moyen des témoins égal à 100. Dans ce cas, voici l'écart moyen dans la fermentation des liquides additionnés d'une substance étrangère (²).

Nous n'avons pas introduit dans nos moyennes tous les dosages effectués; car il ne faut pas tenir compte des expériences où la fermentation avec antiseptique est aussi active que la fermentation normale. De même quand, par suite d'une très forte dose, la fermentation est à peu près nulle, les variations d'acidité sont trop petites pour être correctement appréciées.

(¹) CH. RICHET, *Fermentation lactique et doses minuscules* (*Travaux du Laboratoire de Physiologie*, t. VI, 1909, p. 295-372).

(²) On remarquera qu'il ne s'agit pas seulement de substances antiseptiques, car les recherches antérieures n'avaient pas été faites au point de vue de l'antisepsie. Ni l'arséniate de potasse ni le chlorure de potassium ne peuvent être regardés comme antiseptiques, mais leur action sur la fermentation n'en est pas moins digne d'être notée, au moins pour ce qui concerne l'écart moyen.

En outre, nous n'avons pas encore pu introduire dans notre recherche certains antiseptiques, soit parce qu'ils sont volatils, comme la térébenthine, l'iode, l'eau oxygénée; soit parce qu'ils sont rapidement décomposables, comme l'ozone, les hypochlorites, les permanganates. D'autres méthodes seront nécessaires pour mesurer leur écart moyen.

Substances introduites dans le liquide fermentescible.	Nombre de dosages.	Écart moyen relatif si l'écart moyen relatif des témoins est égal à 100.
Azotate d'argent	246	870
Arséniate de potasse	348	480
Bichlorure de mercure	346	436
Sulfate de zinc	506	429
Bromhydrate et chlorhydrate de quinine	69	425
Sulfate de cadmium	478	389
Sulfate de cuivre	1338	323
Phénol	161	317
Chlorure de baryum	157	312
Chlorure de magnésium	92	215
Créosote	164	210
Nitrate de thallium	414	200
Nitrate de plomb	660	170
Oxychlorure de vanadium (¹)	132	150
Chlorure de potassium	1362	110
Fluorure de sodium	214	83

De ces chiffres tout d'abord un grand fait, très important au point de vue de la physiologie générale, se dégage : c'est que *toute substance anormale ajoutée au liquide nutritif normal tend à rendre la fermentation moins régulière que dans le liquide nutritif normal.* Cette loi, sur laquelle nous reviendrons, dépend probablement d'une variable accoutumance des individus microbiens.

En ne tenant pas compte des substances qui ne peuvent pas, pour des raisons multiples, être considérées comme des antiseptiques, nous pouvons classer les antiseptiques proprement dits, d'après ce Tableau, de la manière suivante :

Antiseptiques extrêmement réguliers	Fluorure de sodium.
Antiseptiques assez réguliers	Nitrate de plomb. Créosote. Chlorure de magnésium.
Antiseptiques irréguliers	Phénol. Sulfate de cuivre.
Antiseptiques très irréguliers	Sels de zinc. » d'argent. » de mercure. » de cadmium.

(¹) Expériences peu comparables aux autres, car la fermentation a porté sur 500^{cm^3} de liquide dans chaque flacon.

La régularité de la fermentation avec le fluorure de sodium est tout à fait remarquable. Ce sel est même la seule substance qui, ajoutée au petit lait, liquide nutritif normal, augmente la régularité de la fermentation. Alors que, pour les témoins, l'écart moyen est 100, il n'est que 83 pour les liqueurs contenant du fluorure de sodium. Avec cet antiseptique, la dose efficace (pour le ferment lactique) est faible, voisine de 3^g par litre; et le prix de revient est insignifiant. Il semble donc, en se plaçant au point de vue de la thérapeutique expérimentale (que la clinique chirurgicale devra confirmer), que le fluorure de sodium, qui respecte les zymases, sera un antiseptique de choix.

La créosote a montré un écart moyen assez faible. Si, dans le Tableau donné plus haut, elle a un écart moyen de 210, c'est que, par exception, les témoins pris comme terme de comparaison avec la créosote avaient alors un écart extrêmement faible, bien inférieur à la moyenne normale des témoins.

Quant aux sels de mercure, d'argent et de zinc, ils témoignent d'une irrégularité énorme, qui devrait, semble-t-il, les faire bannir de la pratique; car, avec ces sels métalliques (quand on est à la limite de la dose antiseptique), on ne sait jamais si la liqueur fermentera intensivement ou ne fermentera pas du tout.

III. Si, au lieu de prendre l'écart moyen des tubes qui nous ont servi de témoins pour tel ou tel antiseptique, on prend pour terme de comparaison l'écart global de tous les témoins réunis, lequel est voisin de 0,06 (pour 1^{cm^3} de potasse neutralisant l'acide formé), on a des chiffres un peu différents de ceux qui sont dans le Tableau précédent. C'est encore l'écart moyen relatif, mais apprécié par une autre méthode de calcul. Nous n'en donnerons pas ici le détail pour ne pas multiplier les chiffres.

En prenant la moyenne des nombres obtenus par ces deux méthodes, on arrive aux conclusions numériques suivantes, qui indiquent, avec une approximation suffisante, la régularité ou l'irrégularité d'un *antiseptique*.

Soit 100 l'écart moyen, c'est-à-dire le degré de *régularité d'action*, dans les liqueurs normales, non additionnées d'antiseptiques.

Avec tels ou tels antiseptiques cet *écart moyen* a été (en chiffres ronds) :

Azotate d'argent	630
Bichlorure de mercure	570
Sulfate de cadmium	500
Sulfate de zinc	415
Phénol	370
Sels de quinine	340
Sulfate de cuivre	280
Azotate de plomb	170
Créosote	140
Fluorure de sodium	90

Tels sont les chiffres (qui résument nos 10000 dosages) qu'il importe de retenir. Ils mettent en pleine lumière, d'une part, l'admirable régularité du fluorure de sodium; d'autre part, les aberrations singulières qu'on observe avec les sels d'argent et de mercure.

Il nous paraît peu vraisemblable que ces données sur la régularité ou l'irrégularité de tels ou tels antiseptiques ne comporteront pas quelque application à la pratique chirurgicale de l'antisepsie.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. Charles-Eugène Bertrand, Correspondant pour la Section de Botanique, survenu le 10 août 1917, à Lille.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° *Le labourage en Égypte*, par Charles Audebeau Bey et Victor Mosséri; *Le réservoir souterrain de l'Égypte*, par Charles Audebeau Bey; *Utilisation du réservoir souterrain de l'Égypte,* par Victor Mosséri. (Présentés par M. H. Lecomte.)

2° Une collection d'ouvrages et fascicules imprimés contenant les travaux de botanique de M. Henri Jumelle. (Présenté par M. le prince Bonaparte.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les fonctions abéliennes non singulières à multiplication complexe.* Note de M. G. Scorza, présentée par M. G. Humbert.

On sait, d'après un théorème classique de M. Humbert, que si une fonction abélienne à deux variables indépendantes est à multiplication complexe, il y a entre ses périodes une relation singulière (au moins); tandis qu'une fonction elliptique, qui est toujours non singulière, peut bien être à multiplication complexe.

Il y a lieu alors à poser cette intéressante question :

Une fonction abélienne non singulière à p variables indépendantes ($p > 2$) *peut-elle être à multiplication complexe?*

La réponse, affirmative, est donnée par les propositions suivantes, auxquelles je suis arrivé par les études ultérieures accomplies sur la théorie générale des *matrices de Riemann.*

Soit $f(u_1, u_2, \ldots, u_p)$, ($p > 2$), une fonction abélienne non singulière et à multiplication complexe. Alors :

I. *L'équation caractéristique de toute substitution linéaire homogène* S *sur les variables* u_j, *qui répond à une multiplication complexe de* f, *est à diviseurs élémentaires linéaires et ses racines distinctes sont deux et deux seuls nombres quadratiques imaginaires conjugués.*

Si les ordres de multiplicité de ces racines sont t *et* $p-t$, *l'entier* t *dépend de* f *et non pas de la substitution* S.

II. *Les tableaux de toutes les substitutions linéaires, qui répondent aux multiplications complexes de* f, *sont des combinaisons linéaires homogènes à coefficients entiers :* (α) *de deux, ou* (β) *de quatre tableaux linéairement indépendants.*

III. *Le cas* II (α) *peut se présenter quelle que soit la valeur de* p (> 2), *e alors* (t, $p-t$) *peut être une partition quelconque de l'entier* p *en deux entiers positifs ; le cas* II (β) *peut se présenter seulement si* p *est pair* (> 2), *et alors on a nécessairement* $t = p - t = \frac{1}{2}p$.

Le théorème I est une conséquence des propriétés des systèmes linéaires de substitutions linéaires homogènes qui contiennent la substitution iden-

tique et qui changent en elle-même, à des facteurs près, une forme hermitienne définie.

Le théorème II dérive de I moyennant la proposition classique de Frobenius qui caractérise les systèmes des nombres complexes ordinaires et des quaternions entre les systèmes de nombres complexes à plusieurs unités.

Enfin le théorème III, d'après un examen approfondi de celles que j'appelle *formes hermitiennes d'une matrice de Riemann*, peut être démontré de façon *à assigner* en même temps *une construction de tous les tableaux de périodes qui répondent à des fonctions abéliennes non singulières à multiplication complexe*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété du continu*. Note de MM. N. LUSIN et W. SIERPIŃSKI, présentée par M. Hadamard.

1. THÉORÈME. — *Si le continu est décomposé en une somme de deux ensembles, un au moins de ces ensembles a la puissance du continu.*

Démonstration. — Soient M_1 et M_2 deux ensembles dont la somme M est un ensemble ayant la puissance du continu. L'ensemble M peut être, comme l'on sait, mis en correspondance biunivoque avec l'ensemble P de tous les points d'un carré K : soient P_1 et P_2 les sous-ensembles de P qui correspondront respectivement à M_1 et M_2. Décomposons le carré K en continu de segments parallèles. Si, entre ces segments, il en est un dont tous les points appartiennent à l'ensemble P_1, ce dernier contiendra évidemment un sous-ensemble de puissance du continu. Si un tel segment n'existe pas, cela signifie que chacun de nos segments (dont l'ensemble a la puissance du continu) contient au moins un point de l'ensemble P_2 : en choisissant sur chacun de nos segments un point de l'ensemble P_2, nous aurons un ensemble de puissance du continu qui sera sous-ensemble de l'ensemble P_2. Donc un au moins des ensembles P_1 et P_2 contient un sous-ensemble de puissance du continu, d'où résulte sans peine notre théorème [1].

2. En modifiant légèrement le raisonnement précédent, on obtient une démonstration du théorème très remarquable de König :

La puissance du continu n'est pas $\aleph_\omega$,

aussi claire que l'est la démonstration du théorème classique de Cantor :

La puissance du continu n'est pas $\aleph_0$.

---

[1] Cf. la Note de W. Sierpiński dans les *Comptes rendus de la Société des Sciences de Varsovie*, t. 4, 1911, p. 55.

Il suffira évidemment de démontrer que le segment (0, 1) n'est pas une somme $E_1 + E_2 + \ldots + E_n + \ldots$ d'une infinité dénombrable d'ensembles, dont les puissances sont inférieures à celle du continu.

Faisons une décomposition du segment (0, 1) en une famille F ayant la puissance du continu d'ensembles parfaits, sans point commun deux à deux [1]. La puissance de E_1 étant inférieure à celle du continu, *il existe dans la famille* F *un ensemble parfait* P_1 *qui ne contient aucun point de* E_1. De même, une décomposition de l'ensemble parfait P_1 en une famille F_1 ayant la puissance du continu d'ensembles parfaits, sans point commun deux à deux, conduit à un ensemble parfait P_2 contenu dans P_1 et qui ne contient aucun point de E_2. En continuant, on obtient successivement

$$(0, 1) > P_1 > P_2 > P_3 > \ldots > P_n > \ldots.$$

Les P sont des ensembles parfaits; l'ensemble P_n ne contient aucun point de $E_1, E_2, E_3, \ldots, E_n$.

Nous en conclurons qu'il existe des points qui font partie de P_n, quel que soit n; ce sont les points du segment (0, 1) qui ne font partie d'aucun des ensembles E_n, quel que soit n, ce qui est contradictoire avec le fait que le segment (0, 1) est la somme $E_1 + E_2 + E_3 + \ldots$.

Ainsi l'hypothèse $c = \aleph_\omega$ conduit à une contradiction.

Observons que le théorème de König peut être démontré sans l'axiome du choix, puisque la supposition qu'il est faux (c'est-à-dire la supposition que $c = \aleph_\omega$) justifie tous les choix qui interviennent dans notre démonstration (comme choix dans des ensembles bien ordonnés).

3. Nous donnerons encore une autre démonstration des théorèmes des n[os] 1 et 2.

Soient M_1 et M_2 deux ensembles dont la somme M est un ensemble de puissance du continu. D'après le théorème connu de Cantor (qui se démontre sans l'axiome du choix), on peut mettre l'ensemble M en une correspondance biunivoque avec l'ensemble P de tous les points d'un carré K : soient P_1 et P_2 les sous-ensembles de P qui correspondront respectivement aux sous-ensembles M_1 et M_2 de M. Admettons que les puissances des ensembles M_1 et M_2 sont toutes deux inférieures à celle du continu : les puissances des ensembles P_1 et P_2 le seront donc aussi.

Désignons par X_1 l'ensemble d'abscisses de tous les points de P_1 (les

(1) Il suffit, pour cela, d'employer une courbe de Peano.

axes des coordonnées étant parallèles aux côtés du carré K) et par Y_2 l'ensemble d'ordonnées de tous les points de P_2. Les ensembles X_1 et Y_2, comme projections respectives des ensembles P_1 et P_2, auront des puissances respectives non supérieures à celles de ces ensembles, donc inférieures à celle du continu. Or l'ensemble X d'abscisses de tous les points de l'ensemble P (comme l'ensemble d'abscisses de tous les points d'un carré) a évidemment la puissance du continu : donc, l'ensemble X_1 ayant une puissance inférieure à celle du continu, nous en concluons qu'il existe une abscisse x_0 appartenant à l'ensemble X, mais pas à X_1. De même nous concluons qu'il existe dans l'ensemble Y d'ordonnées de tous les points de P une y_0 qui n'appartient pas à Y_2. Le point (x_0, y_0) appartiendra évidemment à l'ensemble P, mais il ne peut pas appartenir ni à P_1 ni à P_2, puisqu'il diffère de tout point de P_1 par son abscisse et de tout point de P_2 par son ordonnée. Donc nous avons une contradiction, puisque $P = P_1 + P_2$. Donc les ensembles M_1 et M_2 ne peuvent pas avoir tous les deux des puissances inférieures à celle du continu. Or, les ensembles M_1 et M_2, comme sous-ensembles de M, ont des puissances non supérieures à celle du continu. Il s'ensuit, d'après le théorème de Cantor-Bernstein (Aequivalenzsatz) (qui se démontre sans l'axiome du choix), qu'un au moins des ensembles M_1 et M_2 a la puissance du continu, ce qui démontre le théorème du n° 1.

Remarquons que cette démonstration s'applique aussi pour la décomposition du continu en une infinité dénombrable d'ensembles, car on peut aussi mettre l'espace à une infinité dénombrable de dimensions en correspondance biunivoque avec l'espace à une dimension. Il en résulte une nouvelle démonstration du théorème de König.

Remarquons que notre démonstration s'appuie sur l'axiome du choix. En effet, nous avons utilisé dans notre démonstration la proposition qu'une projection d'un ensemble de points a toujours la puissance non supérieure à celle de l'ensemble qu'on projette, proposition qu'on ne sait pas démontrer autrement qu'en choisissant pour tout point de la projection un point de l'ensemble projeté.

Observons que le théorème du n° 1 est équivalent au suivant : « Si un ensemble M de puissance du continu est situé dans un intervalle d et si d est divisé en deux intervalles d_1 et d_2, un au moins d'entre eux contient un sous-ensemble de M de puissance du continu. »

ASTRONOMIE. — *L'échange de matière solide entre les systèmes stellaires par les météorites à trajectoire hyperbolique.* Note de M. **Emile Belot**, présentée par M. Bigourdan.

Dans une Note précédente (¹) j'ai montré que les volcans de satellites et notamment de la Lune pouvaient avoir émis des projections dont les masses ont échappé à leur attraction et même à celle des planètes pour circuler sur des orbites elliptiques autour du Soleil : ces masses seraient celles des météorites tombant sur la Terre.

En général elles doivent être beaucoup plus volumineuses que les masses projetées par un volcan terrestre : en effet, une pression P de vapeurs volcaniques capable de projeter 1^{m^3} de matière hors d'un volcan terrestre suffira pour expulser d'un volcan lunaire plus de 6^{m^3} de la même matière, parce que la pesanteur est six fois plus faible sur la Lune que sur la Terre et que l'absence d'atmosphère permet à une pression $(P - 1)$ (en atmosphères) sur la Lune de produire les mêmes effets que la pression P sur la Terre. Dans les mêmes conditions un satellite ayant la même densité que la Lune et un rayon deux fois moindre pourrait par ses volcans envoyer dans l'espace de volumineux échantillons de son écorce (d'environ 12^{m^3}) et même des enclaves de roches profondes amenées à sa surface par les laves.

Ainsi s'expliquent le volume et la nature de beaucoup de météorites ressemblant à des roches ignées : par là on comprend aussi combien a pu être rapide l'édification des cratères lunaires selon le processus volcanique exposé dans une Note antérieure (²).

Mais si la théorie précédente rend bien compte de l'origine de la plupart des météores dont la vitesse relative ne dépasse pas 72^{km} par seconde, il reste à expliquer comment on en a observé ayant des vitesses hyperboliques. Cherchons donc comment une masse projetée par un volcan de satellite peut échapper non seulement à son attraction et à celle de la planète, mais encore à celle du Soleil : pour simplifier *considérons seulement les projections dans le plan de l'orbite du satellite et dans le sens de son mouvement.*

Soient V la vitesse moyenne sur son orbite d'un satellite de rayon r et de densité d, V_1 la vitesse d'échappement parabolique pour une masse projetée hors du satellite, a sa distance moyenne à la planète de masse M dont le rayon d'orbite est R. Pre-

(¹) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 395.
(²) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 177.

nons $V_1 = 2^{km},36$ valeur de V_1 à la surface de la Lune. Cette condition particulière n'exclut pas la considération de satellites ayant plus de masse que la Lune, comme Titan : car V_1 est de la forme $Kr\sqrt{d}$ et, quand V_1 est constant, la masse croît proportionnellement au rayon.

La condition pour que la masse projetée échappe à l'attraction de la planète est

$$V_1 > V(\sqrt{2} - 1).$$

On peut donc poser

$$(1) \qquad V_1 = V(\sqrt{2} - 1) + \alpha \qquad (\alpha \text{ positif}).$$

La condition pour que la masse projetée échappe aussi à l'attraction du Soleil est

$$V_1 + V > \frac{30}{\sqrt{R}}(\sqrt{2} - 1) \qquad (V \text{ et } V_1 \text{ en km : sec}).$$

Remplaçant V_1 par sa valeur (1) et V par sa valeur $\sqrt{\frac{Mf}{a}}$, on a

$$(2) \qquad R^{\frac{1}{2}}\left(\sqrt{\frac{2Mf}{a}} + \alpha\right) > 30(\sqrt{2} - 1).$$

Cette inégalité sera d'autant plus facilement satisfaite que le satellite sera à plus faible distance a d'une planète de grande masse M située à grande distance du Soleil. La première de ces conditions explique que la densité des météorites soit, en général, assez élevée : car outre que, dans notre théorie, ils proviennent de couches profondes, on sait que, dans un système, les satellites peu éloignés du centre sont plus denses que ceux qui sont à grande distance.

La seconde condition (grande distance du Soleil) explique le fait que, d'après Strutt, le fer météoritique ne contient pas de matière radioactive, ce qui exclut son origine terrestre puisque sur la Terre les roches similaires en contiennent une forte proportion. Il est probable, en effet, que les éléments radioactifs à fort poids atomique doivent être d'autant plus abondants qu'on se rapproche du centre d'un système; dès lors, les satellites éloignés du Soleil doivent en être dépourvus.

En cherchant à vérifier les conditions (1) et (2) pour les satellites principaux Titan, Titania, Triton dans les systèmes de Saturne, Uranus et Neptune, on trouve que, sur un tiers environ de leurs orbites, ils peuvent émettre des projections qui, avec $V_1 = 2^{km},36$, sont lancées sur des orbites hyperboliques autour du Soleil. Si d'ailleurs ces orbites étaient primitivement elliptiques, elles peuvent par les perturbations des grosses planètes devenir hyperboliques, ainsi que Callandreau en a démontré la possibilité pour les comètes.

Dans les deux cas, le système solaire et les systèmes stellaires voisins

échangeront des matériaux solides, en général denses, ayant le caractère de roches de profondeur et provenant des satellites des planètes éloignées. Le nombre des systèmes stellaires voisins du nôtre, celui des satellites dans chaque système stellaire, le nombre des volcans (60000 sur la Lune) et des projections de chaque volcan de satellite expliquent suffisamment la grande fréquence des météores.

Il est très remarquable que, dans un système, les plus petits astres, où les forces physiques n'ont pas de contrepoids dans la pesanteur, soient capables des effets les plus grandioses (cratères volcaniques de 150^{km} de diamètre comme sur la Lune, projection par leurs volcans de masses volumineuses, expulsion de matière solide hors de leur système stellaire) alors que les planètes, en raison même de leur masse limitant le champ des forces physiques, sont incapables de telles actions.

GÉOLOGIE. — *Découverte de débris meuliers lutéciens à l'est de Sens* (*Yonne*). Note de Mlle **A. Hure** et de M. **G.-F. Dollfus**, présentée par M. H. Douvillé.

En cherchant sur les plateaux des environs de Sens l'emplacement de stations préhistoriques, nous avons rencontré, avec assez d'abondance, des fragments d'un calcaire lacustre meuliérisé, fossilifère, dont la faune est celle du calcaire grossier de Paris, spécialement du Lutécien supérieur.

Ces débris démontrent le prolongement ancien, au Sud, du calcaire de Provins (Seine et Marne) à *Lophiodon*, et celui du calcaire de Saint-Parres près Nogent-sur-Seine (Aube) dont la faune malacologique est bien la même.

Les gisements découverts les plus importants sont ceux du plateau de la Chatière, du Bosquet du Lys au-dessus de Mâlay-le-Petit sur la rive droite de la Vanne, vers 200^{m} d'altitude, puis sur le plateau du Haut de Villiers au-dessus de Villiers-Louis; au bois Mitois au-dessus de Fontaine-la-Gaillarde. Au sud de la Vanne des fragments, peu nombreux, montent à 212^{m} au bois Houssaye, à La Mattre, au Val Péronne au-dessus du bourg de Véron-sur-Yonne.

Évidemment le lac lutécien s'étendait largement au sud des affleurements de la falaise tertiaire qui était jusqu'ici considérée comme leur limite, mais aucune preuve n'en avait été donnée. Les débris découverts varient depuis la grosseur d'une noix jusqu'à celle de la tête et plus, ils sont tabulaires ou

noduleux, très durs, celluleux, d'un jaune ferrugineux; la cassure montre tantôt un silex jaune compacte, tantôt une masse caverneuse dans laquelle il reste parfois des enclaves de calcaire farineux; les fossiles sont à l'état de moules avec empreintes reconnaissables.

Le gisement de Mâlay est à la base de la terre végétale, au-dessus des sables sparnaciens fort étendus sur ces plateaux; parfois les blocs se rencontrent plus bas, sur l'argile à silex, entraînés par la dénudation au-dessous de leur niveau originel, on en trouve des témoins dans les anciennes constructions et murs de clôtures de la région.

La faunule est la suivante :

Planorbis pseudo-ammonius, Schloth. type et var.
Planorbis (*Segmentina*) *Chertieri* Deshayes.
Vivipara Orbignyi Desh. sp. (*Paludina*) type et var. *novigentiensis* Desh.
Limnea Bervillei Desh. (incl. *L. Michelini* Desh.).
Bithinella (*Stalioia*) *Deschiensi* Desh. sp. (*Paludina*).
Bithinella (*Polycirsus*) *varicosa* Ch. d'Orb. (*Paludestrina*).
Hydrobia sextonus Lamarck. sp. (*Bulimus*).
Pomatias Sandbergeri Noulet 1867.
Glandina sp. (fragments).
Helix sp. (fragments).

Les dépôts sparnaciens sont variés dans la région; ce sont des argiles rouges, grises ou jaunes, plus ou moins plastiques, mêlées de sables siliceux plus ou moins grossiers, gris, jaunes ou rougeâtres, avec bancs gréseux épars et parfois éléments granitiques, grains de fer pisolithiques ou silex roulés, plus rarement on y rencontre des amas ligniteux comme à Dixmont, Villechétive, etc.

On rencontre encore sur les mêmes plateaux du Sénonais des amas sporadiques importants de sables et grès blancs appartenant à l'horizon des sables de Fontainebleau (Stampien). Un lambeau notable se rencontre au-dessus de Mâlay-le-Petit à la cote 184 où il repose sur les dépôts sparnaciens. Dans la région, les grès de l'Éocène se distinguent de ceux de l'Oligocène comme étant plus grossiers, plus durs, fistuleux, jaunâtres, en blocs médiocres, à cassure lustrée et conchoïde, renfermant des cailloux de silex à patine noire comme ceux exploités en bancs épais à Nemours et à Montereau. Les grès supérieurs sont blanchâtres, moins durs, en blocs de grande dimension, à cassure perpendiculaire, avec galets jaunes ou blanchâtres, fragmentés, altérés, l'aspect est bien différent.

Les poudingues et grès stampiens sont assez nombreux en blocs isolés

ou groupés, alignés en bandes transversales; à part ceux de Mâlay nous en avons reconnu à Saint-Martin-du-Tertre, Villeneuve-sur-Yonne, etc.; nous examinerons quelque jour leur extension.

La première édition de la Carte géologique, feuille de Sens (1874), établie sur des documents anciens, avait figuré sous la lettre M une vaste surface avec la désignation d'argile à silex et à meulières, confondant ainsi l'argile à silex d'altération de la craie et celle provenant de l'altération du calcaire de Beauce; cependant, dans l'ouest de la feuille, l'argile à silex réelle, très développée, est complètement omise et au nord elle est confondue avec le limon à silex superficiel. Dans la seconde édition (1907) il n'est plus figuré aucune argile à silex ni à meulières; tous les plateaux sont uniformément couverts par les sables et glaises de l'argile plastique. Nous pensons qu'aucune de ces méthodes de représentation des couches n'est valide. Sans doute l'argile à silex est un produit d'altération de la craie encore en voie de formation et nous la trouvons aujourd'hui très bas dans les vallées, mais il n'est pas possible de la négliger complètement dans une Carte géologique détaillée; c'est un facteur trop important pour l'agriculture, l'hydrologie et la technologie. On voit l'argile à silex servir de base aux dépôts sparnaciens et couvrir à elle seule d'immenses surfaces, marécageuses en hiver et fendillées en été; elle ne donne pas, comme le Sparnacien, de matériaux utiles aux briquetiers, mais elle fournit des matériaux d'empierrement de bonne qualité pour nos routes; nous estimons même que le but de la Carte ne serait pas rempli si l'on se contentait de rappeler la présence de l'argile à silex par un signe indiquant la présence d'un faciès d'altération de la craie; il est nécessaire de colorier d'une nuance spéciale l'extension d'un résidu aussi important.

La légende suivante résume la constitution des terrains supérieurs du Sénonais :

a^2	Limons des vallées, tourbes, tufs, vases grises.
a^{1b}	Limon des plateaux, silex remaniés, outils préhistoriques.
a^{1a}	Diluvium sableux et graveleux des vallées, outils paléolitiques.
m^2	Sables granitiques de la Sologne et de l'Orléanais (Burdigalien).
m_{I}	Calcaire dur de Champigny-sur-Yonne (Calcaire de Beauce : Firmitien).
m_{II}	Sables et grès de Fontainebleau (Stampien).
e_{I}	Calcaire meuliérisé de Mâlay-le-Petit (Lutécien).
e_{IV}	Sables, argiles, lignites, galets de Montereau (Sparnacien).
e_{V}	Argile à silex en place (résidu crétacé décalcifié).

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte d'une lentille de houille en Tunisie.* Note (¹) de MM. L. Gentil et L. Joleaud, présentée par M. Haug.

La présence des terrains carbonifères dans l'Afrique du Nord a été signalée pour la première fois d'après des vestiges de plantes du Culm, rapportées par le botaniste Balansa, du Haut Atlas de Marrakech (²). L'occupation des oasis sahariennes a permis de révéler le grand développement du Dinantien dans les régions de Colomb-Béchar et de Beni Abbès; puis le lieutenant Poirmeur et M. G.-B.-M. Flamand ont reconnu le Westphalien, avec très minces couches de houille, dans la Hammada située à l'ouest de Béchar (³).

Depuis, le Carbonifère fossilifère a été déterminé par l'un de nous dans le Haut Atlas occidental, dans la Meseta marocaine et dans l'Amalat d'Oudjda (⁴). Le même terrain était entrevu par Marcel Bertrand dans la Kabylie du Djurdjura (⁵) et récemment décrit, au col des Oliviers, sous la forme de schistes à végétaux et lydiennes avec taches d'anthracite graphiteuse (⁶).

Mais si l'on excepte les minces filets de houille des confins algéro-marocains et les traces charbonneuses du col des Oliviers, le Carbonifère apparaît partout ailleurs comme stérile, du moins en l'état actuel des recherches faites dans ces terrains paléozoïques. On a pu dire ainsi que l'Afrique du Nord était dépourvue de charbons fossiles en dehors des lignites de Smendou et de Marceau en Algérie et de ceux actuellement exploités au cap Bon, en Tunisie.

La découverte d'une lentille de houille aux environs de Medjez el Bab semblerait devoir ranimer à ce sujet des espoirs si longtemps déçus.

Nous devons à M. l'ingénieur Berthon, chef du Service des Mines de la Régence, la bonne fortune d'avoir pu examiner une lentille de houille qui, sans importance économique, n'en offre pas moins le plus vif intérêt au point de vue de la recherche des combustibles minéraux dans le Nord de la

---

(¹) Séance du 1ᵉʳ octobre 1917.

(²) Voir à ce sujet Louis Gentil, *Explorations au Maroc*, Paris, 1906, etc.

(³) G.-B.-M. Flamand, *Thèse*, Lyon, 1911, p. 170 et suiv.

(⁴) Louis Gentil, *Ann. géog.*, t. 16, 1907, p. 70-77, et *Nouv. Arch. Missions scientif.*, t. 16, 1908, p. 190-216.

(⁵) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3ᵉ série, 1897, p. 1335.

(⁶) L. Joleaud, *Thèse*, Paris, 1912, p. 60.

Tunisie. M. Berthon s'est attaché, depuis une dizaine d'années, à réunir de nombreux documents sur la géologie tunisienne en vue de la publication d'une carte à $\frac{1}{200000}$. Cette initiative des plus méritoires l'a conduit à faire des levés dans la région de Medjez el Bab et il a eu l'extrême obligeance de nous accompagner sur les lieux avec M. Mocqueris, ingénieur de la Compagnie de Bône-Guelma, chargé de l'exploitation de la lentille de charbon, à peu près épuisée aujourd'hui.

Cette lentille a été trouvée à 12^{km} au nord-nord-ouest de la gare de Medjez el Bab, entre les points de cotes 342 et 485 de la carte à $\frac{1}{50000}$, et près du confluent de l'Oued el Melah et de l'Oued el Kranga

La série stratigraphique recoupée entre la voie ferrée et ce gisement charbonneux est la suivante, considérée de la base au sommet : marnes bleues à *Mortoniceras inflatum*, de l'Albien ; marno-calcaires du Cénomanien; marnes grises et calcaires blancs à Inocérames du Sénonien; enfin, marnes noirâtres et calcaires massifs de l'Éocène.

Du Trias lagunaire, constitué par des marnes bariolées et des gypses salifères, forme çà et là de petits lambeaux isolés, tandis que, dans l'est, il affleure sur d'assez vastes étendues; il se montre toujours en superposition anormale, alors que le Crétacé et l'Éocène forment une succession normale. Enfin, nous avons reconnu de petits témoins de calcaires liasiques superposés aux marnes albiennes.

La lentille de charbon a environ 20^{m} dans le sens N.-S. et 10^{m} dans le sens transversal. Son épaisseur maximum est de $0^{m},80$. On en a extrait environ 20 tonnes d'un charbon qui, soumis à l'analyse, a donné la composition suivante :

						Moyennes (1).
Humidité	1,98	1,60	2,69	1,60	»	1,967
Matières volatiles	44,02	49,80	50,65	49,40	»	48,49
Carbone fixe	53,99	48,21	44,31	47,50	»	49,50
Cendres	0,01	0,39	2,35	1,50	0,63	0,976
Coke	55,98	48,60	»	»	»	52,29

Ce charbon noir, brillant, extraordinairement pur, de densité 1,55, se rapproche, d'après ces analyses, des flénus gras.

On voit qu'on est en présence d'une véritable houille et nous ne doutons pas, pour notre part, que la lentille de Medjez el Bab appartienne au terrain houiller, malgré les apparences stratigraphiques.

Elle se trouve en effet incluse, comme incrustée, dans les marnes de l'Albien. Mais un examen attentif montre, de façon très nette, qu'elle a été enfoncée dans les marnes

---

(1) Ces analyses, effectuées par le Service des Mines, la Compagnie Bône-Guelma et la Compagnie du Gaz de Tunis, nous ont été obligeamment communiquées par M. l'ingénieur Berthon.

à *Mortoniceras inflatum*. Elle est très étirée et, de sa surface, émanent des apophyses d'un charbon finement pulvérisé. Le centre de la masse donne, au débit, des morceaux de houille compacte, tandis que les bords sont réduits, sur une certaine épaisseur, en un charbon très menu. La texture de cette lentille apparaît comme celle d'un grand cristal de feldspath, d'un granite écrasé et laminé, cristal fortement clivé et diaclasé, entouré d'une association microgrenue des débris de sa trituration partielle. Des surfaces miroitantes témoignent encore du laminage de cette masse charbonneuse.

Il résulte de tout ce qui précède une seule interprétation possible de l'origine de la houille à Medjez el Bab. La lentille charbonneuse a été arrachée à quelque gisement houiller par une nappe de charriage, transportée par elle et incrustée dans les marnes albiennes. On se trouve de ce côté dans la zone des nappes sur lesquelles nous avons déjà appelé l'attention de l'Académie ([1]), mais il nous est impossible de dire, en l'état actuel de nos observations, si le paquet de houille a été transporté par la nappe jura-paléozoïque du Djebel Achkel ou par la nappe triasique. De toute façon, cette houille vient du Nord, d'une zone autochtone inconnue, et l'épaisseur, l'homogénéité de la lentille indiquent qu'elle a été arrachée à des lits assez puissants de ce combustible minéral.

AGRONOMIE. — *Les graines de betteraves à sucre.* Note de M. **Émile Saillard**, présentée par M. Tisserand.

Avant la guerre, on ensemençait en France environ 210000 hectares de betteraves à sucre. A raison de 20^{kg} à 25^{kg} de semences par hectare, cela représentait une consommation annuelle d'environ 5 millions de kilogrammes, dont les $\frac{4}{5}$ environ venaient de l'étranger et en particulier de l'Allemagne.

Pendant les dix années 1904-1913, nous avons fait des essais culturaux pour comparer les variétés françaises aux meilleures variétés allemandes. Ces essais étaient faits, chaque année, dans une dizaine de fermes à betteraves et portaient sur 12 à 14 variétés, dont 6 à 7 françaises. A chaque variété, il était réservé, dans chaque champ, une parcelle de 10^{a}, ou mieux deux parcelles de 5^{a}. Les betteraves récoltées étaient pesées à la bascule de la fabrique. On nous envoyait, aux fins d'analyse, 50 à 75 betteraves pour chaque parcelle de 10^{a} et ces échantillons étaient tous prélevés de la même façon. Le dosage du sucre des betteraves a été fait par la méthode de double diges-

([1]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 365.

tion aqueuse à chaud Degener-Saillard ([1]). Les résultats obtenus ont été groupés par périodes de 5 années consécutives d'essais et rapportés aux trois meilleures variétés allemandes, lesquelles nous ont servi d'étalons de mesure.

En 1915, je tirais de ces essais les conclusions suivantes ([2]) : « En 1905, les meilleures variétés françaises produisaient moins de sucre par hectare (environ 140^{kg} en moins) et accusaient une richesse saccharine plus faible (0,9 pour 100 en moins). A l'heure actuelle, elles produisent autant et quelquefois plus de sucre par hectare et leur richesse n'est plus que 0,3 à 0,4 pour 100 inférieure. On peut donc produire en France des graines valant celles qui nous venaient d'Allemagne. »

En 1916 et en 1917, on n'a guère employé en France que des graines russes et des graines françaises, surtout des graines russes.

Faute de main-d'œuvre, nous n'avons pu continuer nos essais culturaux comparatifs sur les variétés de betteraves; mais nous avons continué à suivre le développement de la récolte de betteraves, comme nous le faisions, chaque année, avant la guerre, depuis 1901.

Des fermes réparties sur les divers points de la région betteravière nous envoient, chaque semaine, en août et septembre, des échantillons de 25 betteraves consécutives toujours prélevées sur la même ligne du même champ (pour chaque année). Avant la guerre, il y avait 14 fermes qui nous envoyaient des échantillons. En 1916 et en 1917, il y en avait 9. Je laisse de côté l'année 1915 qui a été une année de maladies cryptogamiques.

J'ai déjà récapitulé les résultats des dix années d'essais (1904-1913) ([3]). Voici les résultats moyens de 1916 et 1917, comparés à ceux des dix années (1904-1913).

A la fin de septembre, on a trouvé environ 71000 betteraves par hectare (moyennes des dix années 1904-1913) et environ 64900 betteraves par hectare (moyennes des années 1916 et 1917).

([1]) E. Saillard, *Betterave et sucrerie de betterave*, p. 85.

([2]) E. Saillard, *Journal d'Agriculture pratique*, 1er juillet 1915, et Rapport sur les *Essais culturaux faits sur les graines de betteraves à sucre*, publié en 1915.

([3]) E. Saillard, *Le développement de la betterave à sucre pendant la végétation* (années 1904-1913), brochure publiée en 1914.

À partir du 1er août.	Poids des racines décolletées.		Richesse saccharine des racines décolletées.		Sucre par racine décolletée.		Élaboration de sucre par hectare et par semaine.		Élaboration de sucre par racine et par semaine.	
	1904-13.	1916-17.	1904-13.	1916-17.	1904-13.	1916-17.	1904-13.	1916-17.	1904-13.	1916-17.
	g	g	pour 100	pour 100	g	g	kg	kg	g	g
1re semaine.	152	»	12,29	»	18,92	»	»	»	»	»
2e »	192	175	13,39	13,23	25,69	22,58	481	»	6,77	»
3e »	229	214	14,43	13,14	32,91	28,04	506	354	7,22	5,46
4e »	273	251	14,78	14,03	40,15	35,44	511	465	7.24	7,40
5e »	321	295	15,10	14,50	48,10	42,80	569	531	7,95	7,36
6e »	368	342	15,29	14,43	55,74	49,25	528	376	7,64	6,45
7e »	409	406	15,45	14,52	62,33	59,17	463	653	6,59	9,92
8e »	440	479	15,67	14,87	68,58	68,12	448	532	6,25	8,95
9e »	468	472	16,00	16,03	74,70	75,78	425	491	6,12	7,66

Les résultats des dix années (1904-1913) ne sont pas tout à fait comparables à ceux des deux années 1916 et 1917. Ils sont en outre plus précis parce qu'ils portent sur un plus grand nombre d'années. L'examen des uns et des autres permet néanmoins quelques conclusions :

1° Les betteraves à sucre ont été pratiquement aussi riches en 1916 et 1917 que pendant les dix années qui ont précédé la guerre. La production de sucre par hectare a peut-être été un peu plus faible; mais il faut noter que les conditions de culture ont été moins favorables, à cause de l'insuffisance des engrais et des façons aratoires, donnés, au surplus, trop tardivement. Sans avoir recours aux graines allemandes, on peut donc obtenir de la betterave à sucre sensiblement les mêmes résultats qu'avant la guerre. (La présente méthode de comparaison ne permet pas une plus grande précision.)

2° Pendant les dix années (1904-1913) l'élaboration de sucre par semaine et par hectare ou par racine a été maximum au commencement de septembre (569kg par hectare, 7g,95 par racine). Pour les deux années 1916 et 1917, la semaine d'élaboration maximum est venue un peu plus tard.

Les chiffres qui précèdent se rapportent à de bonnes cultures et dépassent les moyennes courantes.

ENTOMOLOGIE. — *Sur l'apparition du* Carausius morosus ♂ *et sa longévité.* Note (¹) de M. G. **Foucher**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Comme complément aux études faites en 1914, 1915, 1916, 1917, sur la vie des Orthoptères, principalement du *Carausius morosus* Brünner, je crois utile de signaler un fait curieux concernant la longévité des deux mâles de cette espèce, que j'ai pu obtenir dans mes nombreux élevages.

Le *Carausius morosus* est un remarquable exemple de parthénogénèse. Le P. Pantel, introducteur de cette espèce en Europe, vit seulement quelques mâles après de nombreuses générations, et ces mâles se développèrent mal formés, incapables de procréer.

Meissner, à la suite d'élevages considérables, affirme avoir obtenu deux ou trois mâles, mais sans apporter aucune preuve de son affirmation.

M. le professeur Blanc, de Lausanne, obtint un seul mâle la sixième année de son élevage, et Mlle Elkind, son assistante au laboratoire de zoologie, dans sa « Dissertation sur les tubes ovariques et l'ovogénèse chez le *Carausius hilaris* », présentée à la Faculté des sciences de l'Université de Lausanne, en vue d'obtenir le grade de docteur ès sciences, remarque que certaines femelles ont été soumises à un jeûne plus ou moins prolongé, afin d'étudier la répercussion de la privation de nourriture sur le développement des ovules.

Mais Mlle Elkind ne semble pas établir de relation entre l'apparition de ce mâle unique et la présence des femelles privées de nourriture; bien plus, elle ne spécifie pas si ce mâle a été engendré par une de ces femelles souffrantes, ou s'il est sorti d'un œuf de femelle vivant normalement.

M. le professeur Bouvier obtint en 1915, au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, un exemplaire mâle dont la durée d'existence fut assez courte. Je résolus de tenter les mêmes expériences que M. le professeur Blanc, en m'attachant surtout à justifier la théorie : « les Mères en bon état de prospérité procréent des femelles, les Mères souffrantes procréent des mâles. » J'avais obtenu dans trois générations successives un nombre incalculable de femelles, je séparai du groupe général quatre de celles-ci bien conformées, et pendant plus de deux mois je les fis jeûner et souffrir de privations répétées. Le 28 juin 1916, un mâle splendide apparaissait à l'état parfait au milieu de 112 femelles réservées à cause de leur beauté; tous étaient nés de ces quatre femelles torturées. La photographie en a été

(¹) Séance du 8 octobre 1917.

donnée dans le *Bulletin de la Société nationale d'Acclimatation de France*, numéro de novembre 1916.

Au commencement de juillet, voulant tenter une seconde fois cette expérience, mais avec cet élément nouveau : la présence d'un mâle; je plaçai ce *Carausius* ♂ avec deux femelles dans un insectarium spécial, et je constatai de fréquents accouplements, surtout le soir de 8^h à 11^h. Ces accouplements sont assez semblables à ceux du *Cyphocrania gigas*, mais durent beaucoup moins longtemps, 1 heure 10 minutes à 1 heure 30 minutes au maximum, l'accouplement du *Cyphocrania* dépassant facilement 12 heures. Les deux femelles moururent au mois d'octobre, et les œufs ainsi fécondés furent conservés.

Au mois de septembre, remarquant l'extrême vigueur de ce mâle, je mis dans sa cage deux nouvelles femelles; il les féconda fréquemment comme les deux premières, et celles-là, après avoir pondu un nombre considérable d'œufs précieusement conservés, moururent en janvier 1917.

Pendant tout le temps de vie de ces quatre *Carausius* ♀, je m'ingéniai à ne leur donner que le minimum de nourriture nécessaire.

Vers la fin de janvier, le *Carausius* ♂ commença à perdre une partie de son agilité, plusieurs visiteurs le trouvèrent moins rebelle à se laisser prendre, et au matin du 2 février 1917, je le ramassai presque sans vie au fond de l'insectarium; il avait donc vécu 7 mois et 2 jours.

J'ai voulu poursuivre mes expériences en me servant cette fois des œufs pondus par les quatre femelles fécondées; placés dans l'insectarium au commencement de février, ces œufs dans le cours d'avril-mai donnèrent naissance à environ 1100 petites larves, qui prospérèrent rapidement, la nourriture et l'eau leur étant fournies à satiété.

J'éliminai les femelles au fur et à mesure qu'elles arrivaient à l'état parfait, espérant toujours obtenir quelques mâles dans le nombre des insectes qui parcouraient l'insectarium; mon attente ne fut pas complètement trompée, car le 30 juillet un mâle apparut à l'état d'imago, sans que rien dans sa forme précédente ne pût me faire soupçonner sa présence. Mesurant 60^{mm} alors que la femelle a 80^{mm} de longueur, il est d'une extrême finesse, et d'une agilité remarquable; quand on veut le saisir, il court rapidement sur la main de l'observateur, grimpe sur les vêtements et s'échapperait vite si l'attention était un peu distraite, tandis que la femelle, au moindre contact, se met en état de catalepsie volontaire, et fait la morte pendant des heures, quelquefois pendant une journée entière.

Les antennes du mâle mesurent 42^{mm}, soit les $\frac{2}{3}$ de la longueur totale de

l'insecte, alors que les antennes de la femelle ont seulement $\frac{1}{3}$ de sa longueur entière.

Dans le jour le mâle se cache très bien, surtout dans les coins obscurs de l'insectarium, il fait parfois corps compact avec la boiserie, la femelle se contentant de rester au milieu des branches du lierre.

Depuis le 30 juillet ce mâle vit dans l'insectarium en compagnie de trois femelles que je nourris abondamment; rien ne leur manque comme boisson, comme nourriture, et la chaleur est, autant que possible, voisine de 15°. Je réserve les œufs pour avoir la contre-partie des deux expériences précédentes.

J'ai étudié pendant longtemps la biologie de certains Orthoptères, Mantes, Phyllies, *Cyphocrania*, etc. et toujours j'ai vu les mâles ne dépassant pas 4 semaines de vie à l'état parfait; en outre, dans ces espèces, la proportion des mâles est presque égale à celle des femelles; chez les Phyllies, les mâles sont même plus nombreux. D'où vient donc la longévité extraordinaire des seuls *Carausius* ♂ que j'ai pu obtenir. Le premier a vécu assez longtemps pour pouvoir féconder deux générations de femelles adultes, et je ne pourrais affirmer que sa mort soit due uniquement à une cause naturelle, l'extrême rigueur de l'hiver 1916-1917, difficilement combattue par la pénurie du charbon, ayant peut-être abrégé sa vie. Le second, arrivé le 30 juillet à l'état parfait est encore aujourd'hui, 7 octobre, dans toute sa splendeur; il est aussi frais, aussi vif que les premiers jours de son existence d'insecte reproducteur. Dès maintenant je note avec soin toutes les phases de sa vie, très désireux de savoir, s'il est possible d'établir une relation de cause à effet, entre la longévité de cet insecte et son apparition après plusieurs générations parthénogénétiques.

Mais il reste aujourd'hui établi, comme un fait certain, que le *Carausius* mâle n'est plus une rareté, et comme un fait possible, que les souffrances de la mère influencent le sexe dans une mesure insuffisamment déterminée.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le venin de la Murène* (Muræna Helena *L.*). Note (1) de M. W. Kopaczewski, présentée par M. Laveran.

Pour obtenir le venin de la murène on enlève les palais de 10 murènes de tailles différentes, on les hache finement et on les broie avec du sable de mer traité de la façon suivante :

(1) Séance du 8 octobre 1917.

Ce sable préalablement tamisé est bouilli avec de l'acide chlorhydrique pur; on le lave ensuite dans l'eau courante jusqu'à disparition totale de la réaction acide. On le sèche et l'on humecte 100^g de ce sable avec 20^{cm^3} d'eau salée additionnée de 10 pour 100 dé glycérine pure; on filtre au bout de 2 heures, on ajoute de nouveau 10^{cm^3} du liquide et l'on filtre. Cette opération est répétée 4 ou 5 fois. Au bout de 8 heures on recueille le liquide filtré qu'on précipite par trois volumes d'alcool absolu : il se forme un précipité blanc granuleux, peu abondant. On le filtre, on le sèche dans le vide à la température du laboratoire (27° à 30°) et l'on obtient de cette façon environ $0^g,14$ d'une substance blanche amorphe se détachant du cristallisoir en paillettes. Le venin ainsi obtenu est soluble dans l'eau salée à 7,5 pour 100. On éprouve sa toxicité chez les cobayes par des injections intrajugulaires.

1° Cobaye 325^g : $5^{mg},0$. Secousses cloniques au bout de 2 minutes; mort en 4 minutes.

2° Cobaye 380^g : $2^{mg},5$. Inquiétudes pendant 3 minutes; secousses violentes de plus en plus fortes; mort en 5 minutes.

3° Cobaye 320^g : $1^{mg},5$. Au bout de 2 minutes cris plaintifs; se couche sur le côté; secousses assez fortes; se remet, survit.

4° Cobaye 400^g : $1^{mg},5$. Secousses cloniques persistantes et mort en 10 minutes.

5° Cobaye 440^g : $1^{mg},0$. Polypnée; tremblements; survie.

Nous n'avons pas pu constater, avec des doses très fortes du venin, une mort instantanée comme dans les cas d'intoxication par le sérum de la murène.

Nous avons soumis le venin à l'influence de la température et nous avons constaté que, par le chauffage de 15 minutes à 56° C., son action n'est pas affaiblie.

Cobaye 420^g : $1^{mg},5$. Inquiétude; au bout de 5 minutes secousses violentes; se remet; mort en 36 heures.

Cobaye 375^g : $1^{mg},8$. Secousses violentes et mort 5 minutes après.

Après le chauffage de 15 minutes à 75° on constate encore les propriétés toxiques marquées.

Cobaye. 450^g : $1^{mg},5$. Polypnée; quelques secousses assez fortes; survie.

Cobaye. 520^g : $1^{mg},8$. Au bout de 5 minutes secousses assez fortes caractéristiques et répétées (20 à la minute); se remet; meurt en 30 heures.

Seule l'ébullition abolit les propriétés toxiques du venin.

Si nous examinons ses propriétés hémolytiques, nous constatons que 1^{mg}

de venin hémolyse 1^{cm^3} d'une solution à 1 pour 100 de globules rouges du cobaye au bout de 30 minutes de contact à 40° C. ([1]).

Les propriétés hémolytiques persistent après chauffage pendant 15 minutes à 56° ou 75°. Nous ne nous croyons pourtant pas autorisé à conclure à un parallélisme entre les phénomènes d'intoxitation et d'hémolyse.

Conclusions. — Le venin de la murène est mortel à la dose de $1^{mg},5$ pour un cobaye d'un poids de 400^g à 500^g.

La mort survient dans des secousses cloniques violentes au bout d'un temps variable, jamais instantanément.

Ce venin est remarquablement thermostabile ; après le chauffage de 15 minutes à 75°, il possède encore ses propriétés toxiques; seule la température d'ébullition fait disparaître sa toxicité.

Le venin de la murène a un pouvoir hémolytique assez remarquable qu'il conserve même après le chauffage à 75° C.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la cristallisation de l'hémochromogène acide.* Note de MM. **Ch. Dhéré, L. Baudoux** et **A. Schneider**, présentée par M. A. Dastre.

1° *Mode de préparation des cristaux.* — Le procédé suivant permet d'obtenir facilement l'hémochromogène acide à l'état cristallisé :

On met dans un tube à essai une petite pincée d'hémine parfaitement cristallisée, préparée par le procédé de Schalfejew-Nencki, et l'on verse sur ces cristaux une dizaine de centimètres cubes d'alcool méthylique à 60 pour 100. On introduit alors une trace d'hydrosulfite de sodium en poudre et l'on scelle immédiatement le tube à la lampe. Après refroidissement de l'extrémité soudée, le tube est plongé dans de l'eau chaude (60° à 65°) et fréquemment agité pendant 15 minutes. Le tube, retiré du bain-marie, est abandonné au repos. Généralement, au bout de 12 à 24 heures, on peut apercevoir de nombreux cristaux d'hémochromogène déposés à la surface du verre sur toute la hauteur qu'occupe la liqueur. Quand les cristaux n'apparaissent pas dans ce délai, on provoque leur formation en imprimant au tube quelques fortes secousses et le laissant ensuite au repos pendant un ou plusieurs jours.

([1]) W. Kopaczewski, *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 37.

Ajoutons qu'en opérant avec de l'hémine *recristallisée* (débarrassée de ce qu'on appelle la *carcasse* par le procédé à la quinine), il nous a semblé que les cristaux d'hémochromogène se produisaient encore plus aisément qu'avec le produit brut et offraient une plus grande régularité de forme.

2° *Caractères des cristaux.* — Les cristaux ainsi obtenus se présentent sous forme de tables soit d'un rose pur, soit d'un rouge vif, soit d'un rouge légèrement brunâtre, suivant leur épaisseur. Il s'agit, comme le montre la figure 1, de tablettes losangiques dont presque toujours la taille surpasse beaucoup celle des cristaux d'hémine.

M. le D[r] P. Koller, assistant de Minéralogie à l'Université de Fribourg (Suisse), qui a bien voulu examiner les cristaux avec nous, a fait les constatations suivantes : les cristaux sont nettement pléochroïques. Ils appartiennent au système rhombique. Les angles aigus du losange ont pour valeur 84°20′.

En dehors de ces cristaux de forme simple, on observe assez fréquemment des cristaux tels que ceux que montre la figure 2. Ils sont constitués,



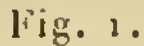


Fig. 1.

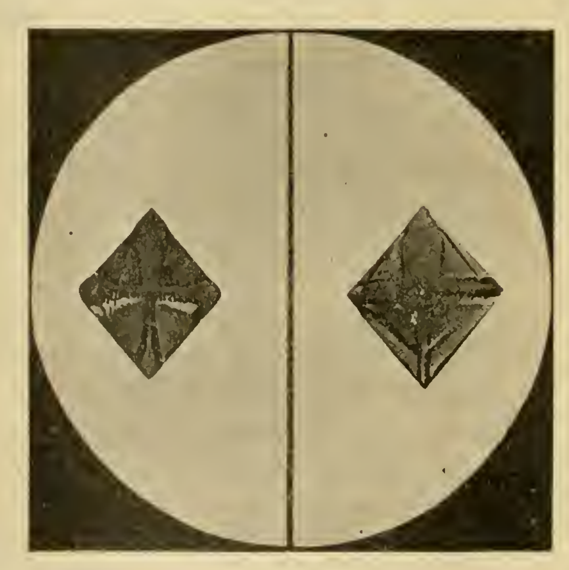


Fig. 2.

d'après M. Koller, par trois cristaux simples à plans disposés perpendiculairement les uns par rapport aux autres : ce sont donc des macles.

Il convient de noter que les figures 1 et 2 sont des reproductions de

photographies non retouchées. Tous les cristaux ont été photographiés à travers la paroi à courbure cylindrique du tube scellé, avec un agrandissement d'environ 100 diamètres ([1]).

3° *Nature des cristaux*. — Les cristaux dont nous venons de parler prennent naissance dans un milieu qui se trouve posséder, naturellement, une très légère acidité, et l'on peut rendre la réaction franchement acide (en ajoutant à l'alcool un peu d'acide acétique ou même d'acide chlorhydrique) sans empêcher l'apparition de ces cristaux. C'est donc bien à un *dérivé acide* de l'hémine que nous avons affaire. En outre, les cristaux se forment dans une liqueur qui présente la couleur et les caractères spectroscopiques de l'hémochromogène acide ([2]). Par conséquent, *on est amené à les considérer comme étant des cristaux d'hémochromogène acide*.

Il y a lieu, toutefois, d'examiner encore le point suivant : l'hémochromogène en question étant obtenu par réduction d'*acétylhémine*, les cristaux ne sont-ils pas constitués par un hémochromogène *acétylé* et *chloré ?*

L'existence d'un groupe *acétyle* ne nous semble pas admissible pour les raisons que voici :

Diverses recherches, dues notamment à Zaleski (1904) et à Marchlewski et Hetper (1907), ont montré que le corps qu'on désigne sous le nom d'*acétylhémine* n'est pas un composé acétylé. De fait, nous avons obtenu des cristaux d'hémochromogène semblables à ceux précédemment décrits (formes simples) en substituant à l'acétylhémine soit de la *β-hémine* de Mörner ([3]), soit de l'*acétonhémine* de Merunowicz-Zaleski, préparées toutes deux sans emploi d'acide acétique.

Quant à la présence du *chlore*, elle nous paraît, au contraire, très vraisemblable; mais nous ne sommes pas actuellement en état de dire s'il peut s'agir de *chlorhydrate d'hémochromogène* ou simplement d'*hémochromogène chloré*, le chlore, dans ce dernier cas, étant uni directement au fer, suivant l'hypothèse proposée par Merunowicz et Zaleski (1907) pour interpréter la constitution de l'hémine.

([1]) Le cristal qu'on voit dans le compartiment de droite de la figure 1 est le plus grand que nous ayons observé. La photographie montre deux cristaux d'hémine (fragmentés ?) qui s'y trouvaient accolés.

([2]) Cf. Dhéré et Vegezzi, *Sur l'hémochromogène acide* (*Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 18) et Dhéré, *Nouvelles recherches sur l'hémochromogène acide* (*C. R. Soc. de Biol.*, t. 79, 1916, p. 1087).

([3]) Avec la β-hémine, nous avons observé aussi d'autres formes cristallines sur lesquelles nous reviendrons dans une publication plus étendue.

CHIRURGIE. — *Du processus de régénération osseuse chez l'adulte.* Note (¹) de MM. **Heitz-Boyer** et **Scheikevitch**, présentée par M. Quénu.

Il est classique, depuis les travaux d'Ollier, d'attribuer au périoste le rôle prédominant et pour ainsi dire spécifique dans l'édification osseuse (²), qu'il s'agisse de l'ostéogénèse physiologique de croissance chez l'enfant et l'adolescent ou de l'ostéogénèse de réparation chez l'adulte.

Il est vrai que, la croissance une fois terminée, la couche fertile « ostéogène » du périoste disparaît sur un os normal; mais pour Ollier, cette couche peut reparaître sous l'influence d'une irritation pathologique, et le périoste, ainsi redevenu fertile temporairement, demeure chez l'adulte comme chez l'enfant l'agent essentiel de l'ostéoformation.

Cette notion, qui domine à l'heure actuelle la chirurgie osseuse, nous a paru controuvée par de nombreuses observations faites sur les lésions osseuses de guerre, et un ensemble de constatations nous ont conduits à nier que le périoste adulte, soi-disant « réactivé », fut « créateur d'os ». Ce rôle chez l'adulte appartient à l'*os lui-même :* c'est dans l'*os irrité, atteint d'ostéite, que prend naissance le processus d'ossification* encore mystérieux (³), qui envahira secondairement les tissus environnants paraosseux et avant tout autre le périoste. Ce processus exige, pour se produire, la présence de l'os enflammé *pendant un temps suffisamment prolongé.* L'envahissement des tissus adjacents se fait à la manière d'une véritable *néoplasie ossifiante* (⁴), se développant le plus souvent sous la forme d'*exostose* (l'endostose est plus rare et se produit alors dans le canal médullaire),

(¹) Séance du 8 octobre 1917.

(²) Ollier accordait bien aussi un certain pouvoir ossifiant à la moelle et même à l'os; mais combien il était pour lui précaire et aléatoire à côté du rôle capital, indispensable, qu'il attribuait au périoste.

(³) Nous ne voulons pas, en effet, dans cette courte Note, envisager le mécanisme intime de cette ossification, en particulier la possibilité ou non d'un stade cartilagineux intermédiaire.

(⁴) Le mot paraît particulièrement exact sur des préparations histologiques, où ces prolongements osseux semblent faire réellement irruption dans les tissus adjacents, l'envahissant comme un néoplasme; l'aspect de certaines coupes ferait penser à un ostéome vrai et même à certains sarcomes ossifiants (dits encore *ostéoïdes*).

néoplasie *envahissante par continuité* dans la majorité des cas, mais souvent aussi par *contiguïté* (noyaux osseux disséminés) (1).

Ainsi, l'ossification du périoste chez l'adulte est un phénomène *passif*, *secondaire* à une irritation de l'os adjacent où est né le processus générateur; la faculté de s'ossifier ne lui est pas spécifique, mais commune à l'ensemble des tissus conjonctifs, sous cette réserve qu'entre tous le périoste demeure à tout âge le plus apte à l'ossification, à cause de son voisinage immédiat avec l'os, de son abondante trame fibreuse, de sa richesse en vaisseaux : la conservation de la membrane périostique garde donc pour le chirurgien une valeur très grande.

En résumé, le processus de l'ossification chez l'adulte, dont l'expression la plus complète est la régénération osseuse, est pour nous un *phénomène exclusivement pathologique*, inflammatoire d'un bout à l'autre, et non le réveil de propriétés physiologiques disparues. Le *primum movens* de cette ossification, toujours accidentelle, part d'un os atteint d'ostéite dont l'action de présence doit s'exercer un temps suffisamment long sur les tissus périosseux : envahis par une véritable néoplasie inflammatoire ossifiante, ils serviront de substratum à l'édification du nouvel os. Le périoste adulte offre pour le développement de cette néoformation un terrain éminemment favorable, mais il n'a pas sur le processus osseux une action génératrice, qui appartient seulement à l'os.

De ces idées nous tirons des conséquences pratiques relatives à la chirurgie de guerre :

Il ne faut pas enlever trop tôt les esquilles et fragments diaphysaires parce qu'ils n'ont pas eu le temps d'amorcer la néoplasie ossifiante dans les tissus voisins, tandis que l'ablation retardée permet à l'ostéogénèse de se produire.

Cette conception permet encore de comprendre la guérison paradoxale des pseudarthroses à la suite du développement d'une infection atténuée.

Peut-être aussi jette-t-elle quelque lumière sur le mécanisme encore obscur des greffes osseuses, le greffon provoque des phénomènes d'ostéite qu'on constate dans sa propre substance et autour de lui et élabore ainsi la néoplasie ossifiante. On sait d'ailleurs que les greffes réussissent avec de l'os dépériosté.

---

(1) Histologiquement, le processus cellulaire et trabéculaire rappelle par beaucoup de points celui décrit dans l'ostéome musculaire; aussi bien, si ce terme, pris dans un sens inflammatoire, n'avait été l'objet de vives critiques en particulier de M. Quénu, aurions-nous été tentés de comparer l'os adulte néoformé à un véritable ostéome.

Enfin le cal ou tissu de cicatrice des fractures fermées n'est lui-même qu'un phénomène d'ostéite traumatique.

M. L. **Hartmann** adresse une Note sur *La décroissance systématique de la force vive dans le choc élastique des corps de la nature.*

(Renvoyé avec d'autres Notes antérieures sur le même sujet à la Section de Mécanique.)

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 10 septembre 1917.)

Note de M. *P. Wintrebert*, L'automatisme des premiers mouvements du corps chez les Sélaciens :

Page 370, ligne 17, *au lieu de* au-dessus, *lire* au-dessous.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 OCTOBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. L. **Guignard** donne lecture de la Notice suivante :

L'Académie a appris tout récemment le nouveau deuil qui l'a frappée dans la personne de **Charles-E. Bertrand**, Correspondant de la Section de Botanique depuis 1904.

Le décès de notre Confrère, à Lille, remonte au 10 août dernier. Les circonstances tragiques qui ont entouré cette mort, comme celle de Gosselet, ne peuvent qu'augmenter encore les regrets et la pénible impression qu'elle nous cause.

C.-E. Bertrand était enfermé dans Lille depuis le 10 octobre 1914. Il n'avait pas voulu s'éloigner de la ville menacée par l'ennemi et, jusqu'à la fin de la dernière année scolaire, malgré le mauvais état de sa santé et au milieu du danger et des pires souffrances, il avait eu l'énergie de continuer son enseignement et de poursuivre ses travaux. Ce sentiment du devoir, cette fermeté d'âme et ce calme courage n'étonneront aucun de ceux qui l'ont connu.

Né à Paris en 1851, C.-E. Bertrand fut reçu docteur ès sciences en 1874. Après un séjour de quelques années à la Sorbonne, en qualité de préparateur, il était appelé, en 1878, à occuper la chaire de Botanique de la Faculté des Sciences de Lille. Tout en se dévouant entièrement à ses fonctions professorales et en formant des élèves parmi lesquels plusieurs, tels que Maurice Hovelacque et O. Lignier, aujourd'hui disparus, ont laissé un nom dans la science, il s'adonna sans relâche aux études qui l'ont classé parmi les botanistes les plus en vue de notre époque. La guerre seule avait pu interrompre momentanément le cours de ses publications.

La majeure partie de ses travaux se rapporte à la Paléontologie végétale; mais, avant de s'occuper plus spécialement de cette partie de la Botanique, il avait commencé par acquérir une pleine connaissance de l'Anatomie et de la Morphologie générales des plantes vivantes.

Au cours de ses recherches dans cette direction, il a été amené à étudier d'une façon toute particulière le développement et la constitution du système vasculaire dans les différents groupes de végétaux. Les idées nouvelles qu'il a tirées de cette étude ont tout de suite fixé l'attention et mis en évidence l'originalité de son esprit, en même temps que l'intérêt de ses conceptions. Elles ont permis, notamment, d'interpréter d'une façon rationnelle la structure si spéciale des faisceaux foliaires des Cycadées vivantes, restée jusque-là incomprise, parce qu'on n'avait pas su la rattacher à celle de certains types fossiles. D'autres Mémoires ont été consacrés par C.-E. Bertrand à la constitution de ce même système fasciculaire chez les Filicinées actuelles; ils ont fourni une base solide pour la comparaison des Fougères vivantes avec les représentants fossiles du même groupe.

A un autre point de vue, C.-E. Bertrand s'est appliqué à déterminer les caractéristiques que l'Anatomie comparée des organes végétatifs peut apporter à la définition des espèces et des genres d'un même groupe naturel. Son travail sur les Conifères et les Gnétacées est un des premiers qui aient montré toute l'importance des recherches de cette nature. Aujourd'hui, les observations qui ont été effectuées dans cette voie ne se comptent plus.

Pour comprendre l'organisation des végétaux appartenant à des groupes différents et élucider leurs rapports, il pensa qu'il fallait faire ce qui n'avait pas encore été fait : à savoir l'étude monographique approfondie de types aberrants et exceptionnels et, par comparaison, celle des végétaux fossiles que l'on avait rapprochés de ces groupes.

Tous les naturalistes connaissent le merveilleux parti que les zoologistes ont tiré de la monographie des espèces animales dites aberrantes ou anomales. Le plus souvent, ces formes aberrantes ne semblaient telles que parce qu'elles étaient mal connues ou incomprises. Or, c'est précisément dans ces formes qu'une étude attentive a révélé, cachée par certaines particularités organiques résultant de l'habitat ou du mode de vie, la forme primitive de l'organisation du groupe naturel auquel elles appartiennent.

Appliquée par C.-E. Bertrand aux Gymnospermes et surtout aux Lycopodiacées, qu'on regarde comme les plus élevées des Cryptogames vasculaires, cette méthode d'investigation lui a permis de montrer que,

comme chez les animaux, l'anomalie de certaines formes n'était due qu'à des particularités anatomiques secondaires liées au mode de vie parasite, humicole ou aquatique, ou bien qu'elle cachait un type très simple jusqu'alors incompris. C'est ainsi, par exemple, que l'organisation et les affinités réelles de certaines Lycopodiacées, les Tmésiptéridées, ont pu être interprétées par lui d'une façon pleinement satisfaisante. Il est ressorti de cette étude que les genres actuels de la classe des Lycopodiacées, presque tous très isolés les uns des autres, sont les derniers représentants de familles anciennes distinctes qui, par extinction, sont devenus monotypes dans la nature actuelle.

Entraîné de plus en plus, par ces études comparatives, vers les recherches purement paléontologiques, C.-E. Bertrand reprend avec un soin minutieux l'observation de certaines Lycopodiacées arborescentes de la période houillère du genre *Lepidodendron*, déjà étudié par les auteurs les plus habiles, tels que Williamson, et il y trouve la matière de nouvelles découvertes. Il montre aussi que les *Isoetes* actuels présentent d'intéressantes relations avec les *Lepidodendron*, dont-ils peuvent être considérés comme un dernier représentant de taille singulièrement réduite.

Mais, parmi beaucoup d'autres questions de paléobotanique dont il s'est occupé, celle qu'il a étudiée avec le plus de sagacité et de persévérance est relative à l'origine des bogheads et des combustibles analogues. Commencée avec B. Renault, il y a plus de 25 ans, cette étude a été poursuivie par C.-E. Bertrand jusqu'à ces dernières années. Elle a montré que les bogheads sont essentiellement composés d'organismes microscopiques représentés par des algues, dont les thalles gélatineux, en forme de sphérules creuses, végétant comme « les fleurs d'eau » sur certains points des lacs permiens, s'accumulaient par lits successifs innombrables, en formant les bogheads, tels que ceux de l'Autunois et de l'Écosse et ceux de la Nouvelle-Galles du Sud.

Ainsi s'est trouvé mis en évidence, pour la première fois, le rôle colossal des infiniment petits dans la formation de certaines roches charbonneuses.

Ces recherches, singulièrement délicates, sur les « charbons d'algues » ont conduit C.-E. Bertrand à entreprendre, comme en formant le complément nécessaire, l'étude de la constitution intime des schistes bitumineux qui avoisinent les couches mêmes des bogheads, et celles d'une importante série de combustibles fossiles plus ou moins analogues à ceux-ci et formés comme eux d'une masse homogène, apparemment gélatineuse à l'origine.

On ne saurait s'étonner que, dans un ordre de recherches aussi difficiles, les découvertes fondées sur les observations même les plus multipliées et les plus approfondies, ne rencontrent pas toujours d'emblée un assentiment unanime. Pour répondre à quelques objections, d'ailleurs sans grande importance, qui avaient été élevées sur certains points, et pour donner de nouvelles preuves, aussi frappantes que possible, de l'exactitude de ses observations, notre Confrère s'était proposé de publier toute une série de photographies à grande échelle qu'il avait exécutées dans ces dernières années. La mort ne lui a malheureusement pas laissé le temps de réaliser ce projet.

C.-E. Bertrand a disparu avant l'heure, en pleine activité scientifique; mais l'importance de son œuvre n'en est pas moins considérable : sa mémoire restera comme celle d'un des meilleurs serviteurs de la Science française.

ÉLECTRICITÉ. — *Influences électrométalliques exercées à travers des feuilles isolantes de très petite épaisseur.* Note de M. Édouard Branly.

La radiotélégraphie, basée à son origine sur l'emploi des contacts imparfaits, n'y a pas encore renoncé. En ce qui les concerne, elle s'est, jusqu'ici, surtout préoccupée de rechercher des associations conductrices capables d'assurer une bonne réception de signaux. Les couples adoptés ont été nombreux et variés, et les conditions de leur usage ne sont pas habituellement uniformes. Si, à certains d'entre eux, une faible pression de contact suffit, à d'autres il en faut une qui doit être incomparablement plus grande. La différence de potentiel appliquée peut être, d'autre part, comprise entre des limites dont la nature des conducteurs fait varier l'étendue. En outre, toutes choses égales d'ailleurs, il y a lieu de s'intéresser, en pratique, à l'amplitude des changements de résistance dus au rayonnement électrique et à la rapidité des retours après l'effet produit. On comprend alors qu'en raison du grand nombre des variables à faire entrer en ligne de compte, les classifications imaginées pour constituer des groupes d'appareils similaires risquent d'être fort imparfaites.

En tout cas, l'étude de la conductibilité de couches minces isolantes intercalées entre deux disques métalliques est susceptible d'apporter des indications nouvelles, car elle facilite l'expérimentation. On reproduit en effet, avec des feuilles de mica qu'on peut mesurer et modifier, des particularités signalées pour tel ou tel groupe où l'isolant reste inaccessible.

Il en est ainsi, par exemple, de la *conductibilité unipolaire* du couple *galène-fil de platine* ou *galène-fil de cuivre*. Ce couple peut, sous une pression de contact convenablement réglée, laisser passer facilement un courant électrique quand la galène est reliée à l'un des pôles de la source, tandis que le fil métallique communique avec l'autre pôle, la source ayant une force électromotrice voisine de 1 volt; au contraire, le courant de la source est fort réduit et même quelquefois annulé, dans les mêmes conditions de contact, si son sens est changé. Or une conductibilité unipolaire semblable s'observe avec une feuille de mica interposée entre deux disques métalliques de substances différentes, spécialement choisies. Une démonstration de cette nouvelle conductibilité unipolaire va résulter de la description détaillée du phénomène observé.

La feuille de mica, dépolie sur ses deux faces et *sans trous perceptibles* à l'examen optique, a une épaisseur de 4 à 5 millièmes de millimètre; les deux disques, parfaitement plans sur les surfaces en regard qui sont en contact avec le mica, sont serrés entre le piston et la plate-forme de la pompe à gaz comprimé des essais antérieurs ([1]). Le disque supérieur, encastré dans la plate-forme, a 32^{mm} de diamètre; le diamètre du disque inférieur n'est que de 12^{mm}. Ce dernier diamètre a été pris, le plus souvent, aussi petit, parce qu'une réduction de la surface qui doit être entourée par une circonférence en couleur, en vue de l'examen dans la lumière polarisée, facilite une exploration optique minutieuse.

Trois expériences consécutives vont être faites avec la même feuille mince de mica et, pour chacune de ces expériences, le disque inférieur, qui est en *argent pur*, restera aussi le même. Le disque supérieur sera seul changé.

I. Le disque supérieur est un disque *d'argent pur;* les deux armatures du condensateur sont donc, dans ce cas, toutes les deux en argent ([2]). On les relie respectivement aux deux pôles d'un élément Daniell, puis on exerce graduellement une pression suffisante pour que la conductibilité du mica s'établisse. Cette pression, qui doit augmenter avec l'épaisseur de la feuille isolante, variait ici de 8^{cm} à 13^{cm} de mercure. Une *première* conductibilité (parfois longue à apparaître) grandit lentement, puis par saccades et avec des oscillations étendues. On suspend l'accroissement de pression quand la déviation du cadre mobile du galvanomètre a dépassé une dizaine de degrés; la conductibilité continue néanmoins à croître, d'ordinaire en oscillant, et devient, au bout d'un temps assez long, définitive. La déviation est sensiblement la même, sauf le sens, que le disque étroit soit relié au pôle positif ou au pôle négatif de l'élément et, ici, *dans les deux cas*, elle persiste sans s'affaiblir d'une façon appréciable.

Par abréviation, le signe Ag + désignera le disque d'argent étroit, inférieur, relié au pôle *positif;* le signe Ag — se rapportera au même disque, relié cette fois au pôle

([1]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 450.

([2]) Disque en argent, large, n° 7; disque en argent, étroit, n° 8.

négatif. On dira ainsi, en langage rapide, qu'avec Ag +, aussi bien qu'avec Ag —, la déviation est, dans cette première expérience. la même en grandeur.

Quand la pression de serrage, exercée par des anneaux ou des cylindres de laiton centrés sur la plate-forme, varie au-dessus ou au-dessous de la pression qui a déterminé la première conductibilité, la déviation peut prendre, à chaque variation, des valeurs nouvelles, mais elle reste persistante et sensiblement égale dans les deux sens. Lorsque, après avoir ouvert le circuit pendant quelque temps et que, sans modifier les conditions de force électromotrice et de pression, on vient à le fermer de nouveau et à faire passer successivement le courant dans les deux sens, à de courts intervalles, les déviations sont encore égales et contraires.

II. On remplace le disque supérieur en argent par un disque en *platine*, du même diamètre de 32^{mm}; le nouveau condensateur, qui garde comme diélectrique la feuille de mica de l'expérience précédente et comme seconde armature le même disque d'argent étroit ([1]), est relié aux deux pôles de l'élément Daniell. Comme dans la première expérience, on fait naître la conductibilité en exerçant sur la plate-forme une pression suffisante avec des anneaux et des cylindres de laiton. Il convient d'opérer en premier lieu avec Ag +. La conductibilité apparaît plus ou moins lentement, croît progressivement, avec oscillations, puis, parvenue à une certaine valeur, ne varie plus notablement. Quand on passe à Ag —, la déviation peut être assez forte au début, mais *elle diminue;* la diminution est quelquefois rapide, mais souvent un dernier petit écart ne s'annule qu'après un temps assez long. Pour une pression qu'on obtient assez vite quand on s'est familiarisé avec l'effet qu'on recherche, on arrive à faire *se succéder*, à des intervalles réguliers, d'une demi-minute par exemple, une forte déviation brusque qui correspondra à Ag +, puis un écart négligeable ou même nul, qui caractérisera Ag —. En laissant le circuit fermé avec Ag —, l'écart devient nul et reste indéfiniment nul. Quand on ferme avec Ag +, il y a toujours déviation.

Dans ces alternatives, il arrive quelquefois que, par accident, quand on opère la fermeture sur Ag +, la déviation attendue ne se produit pas d'emblée; mais, après avoir tardé plus ou moins, elle a toujours lieu, progressive et persistante. Il ne faut pas oublier que de tels accidents surviennent inopinément avec la plupart des contacts imparfaits, pour des causes inaperçues, probablement extrêmement faibles; on peut s'en douter d'après l'action souvent très vive que produit un choc insignifiant.

Lorsque le circuit du condensateur est resté *longtemps* fermé sur l'élément Daniell, dans le sens du passage facile du courant, les déviations sont devenues souvent très fortes pour les deux sens du courant et la conductibilité unipolaire ne se manifeste plus que fort lentement et difficilement. Mais on arrive à la faire réapparaître en diminuant progressivement et suffisamment la pression sur la plate-forme ; on obtient alors, pour cette pression moindre au manomètre à mercure, une nouvelle conductibilité unipolaire, très nette, semblable à la première.

Le disque large de platine peut être remplacé par un disque de *palladium* ([2]). L'effet unipolaire est alors plus accentué et plus aisé à obtenir. Avec Ag +, déviation

---

([1]) Disque en platine, large, n° 1; disque en argent, étroit, n° 8.

([2]) Disque de palladium, large : n° 2.

forte, croissante, persistante. Avec Ag —, déviation souvent forte au début, rapidement décroissante, puis très faible et nulle.

Si le condensateur en expérience est chargé avec une source *dont la force électromotrice est petite*, la conductibilité amorcée par une force électromotrice beaucoup plus élevée, peut encore se maintenir, mais elle perd, de plus en plus, son caractère unipolaire qui disparait pour un seul élément thermo-électrique bismuth-argent, d'une force électromotrice égale à $\frac{1}{250}$ de volt, les déviations avec Ag + et Ag — devenant égales. La forte diminution de l'unipolarité de la conductibilité s'observe également sur le contact galène-fil de platine, quand la force électromotrice de la source décroît dans les mêmes proportions, par exemple avec les éléments thermo-électriques.

III. On remplace le disque supérieur de platine ou de palladium par un disque de *cobalt* (¹) de même diamètre; l'argent étroit, inférieur, restait le même et était recouvert de la même feuille de mica. Pour ce condensateur cobalt-argent, la pression étant de l'ordre de grandeur des pressions précédentes, on trouve une déviation du cadre du galvanomètre sensiblement égale pour les deux sens du courant, c'est-à-dire aussi bien avec Ag — qu'avec Ag +. Pourtant, de temps en temps, après un long passage du courant, la déviation avec Ag — ne s'est pas maintenue et a présenté une diminution, ce qui n'avait pas lieu avec Ag +. Cela ferait supposer, dans ce cas, une tendance à une conductibilité unipolaire; elle aurait le même sens, par rapport à l'argent étroit, que pour le couple platine-argent.

Dans la démonstration en trois temps qui vient d'être faite, c'est pour la commodité de la préparation et de l'exploration de la feuille de mica que le disque d'argent inférieur a été pris plus étroit; il avait été constaté antérieurement que le phénomène était le même avec deux disques platine et argent ou palladium et argent, égaux en diamètre (32^{mm}), mais il y aurait lieu de rechercher si la réduction du diamètre n'influe pas sur la rapidité des retours, lors des changements de sens alternatifs du courant.

Dans la démonstration qui a été développée, la feuille de mica avait été finement dépolie sur les deux faces, mais une feuille de mica, telle qu'elle est fournie par le clivage et n'ayant subi aucune préparation, présente la même conductibilité unipolaire, pour une épaisseur sensiblement égale à celle du mica dépoli. Pour les deux genres de feuilles, sous des pressions de l'ordre de grandeur indiquée, l'épaisseur de mes feuilles pouvait varier un peu en deçà ou au delà de 5 millièmes de millimètre.

Il doit être bien entendu que la formation *successive* des trois condensateurs : argent-argent, platine-argent, cobalt-argent, a été réalisée effectivement plusieurs fois, mais elle ne l'a été que pour mettre en évidence d'une

(¹) Disque de cobalt, large : n° 4.

façon plus démonstrative la variété des effets qu'on obtient avec différents métaux. Chacune des trois expériences a été souvent répétée seule d'une manière indépendante. Les résultats trouvés séparément ont toujours été ceux de l'expérience en trois temps. Les essais qui se rapportent à d'autres métaux n'ont pas conduit jusqu'ici à des faits nouveaux. La conductibilité était bipolaire ou unipolaire et, dans ce dernier cas, à des degrés différents, dans les limites de pressions et de forces électromotrices indiquées.

La conductibilité unipolaire, qui vient d'être décrite, ayant été reconnue dans les conditions qui ont été exposées, diverses questions essentielles, en ce qui la concerne, restent à résoudre. Elles se rapportent d'abord au rôle de l'isolant. A propos du mica, sa forme cristalline, sa texture feuilletée, sa substance interviennent-elles? Un isolant quelconque peut-il remplacer le mica; l'isolant même joue-t-il un rôle? L'isolant ne servirait-il, en cette occasion, « *qu'à maintenir un certain intervalle entre les particules* », suivant la seconde des hypothèses que je formulais en 1894 [1] pour expliquer le mécanisme de l'action des radioconducteurs?

Ce n'est pas seulement dans la conductibilité unipolaire que la *nature des métaux* mis en présence dans un condensateur à feuille de mica joue un rôle nettement accusé, ce rôle se constatait déjà dans les essais de simple conductibilité, sans étude du changement de sens du courant; certaines associations de métaux se montraient en effet plus avantageuses pour provoquer la conductibilité du mica et ces associations étaient précisément celles qui ont servi à la démonstration actuelle; platine-argent et argent-argent. Avec un grand nombre d'autres couples, la conductibilité n'était obtenue qu'en élevant notablement la force électromotrice et la pression. Il conviendra désormais, pour se mettre à l'abri d'une conductibilité unipolaire, d'essayer le passage du courant successivement dans les deux sens. Pour les lames extrêmement minces où la conductibilité a été obtenue avec le courant d'un élément thermo-électrique, le sens du passage peut être indifférent puisque l'unipolarité tend à disparaître quand la force électromotrice est suffisamment abaissée.

La conductibilité unipolaire n'offre peut-être pas en elle-même un grand intérêt théorique, mais de la démonstration qui vient d'en être donnée, à travers une feuille isolante d'environ 5 millièmes de millimètre, on peut conclure que des surfaces métalliques, au moins de natures différentes,

---

[1] *Comptes rendus*, t. 118, 1894, p. 348.

placées en regard, exercent une *influence spécifique extérieure*, à travers le milieu, intermédiaire (à la température ordinaire, sans qu'il y ait besoin de recourir à la raréfaction), par la poussée d'une force électromotrice même faible, à des *distances qui sont suffisamment grandes pour être mesurées directement*.

GÉOLOGIE. — *Le tertiaire du golfe aquitanien et ses différences de faciès.* Note de M. H. DOUVILLÉ.

Lorsqu'on étudie l'ensemble du golfe tertiaire de l'Aquitaine, on ne peut qu'être frappé de la différences de faciès que présentent les dépôts d'une même époque géologique; les variations dans la constitution minéralogique des couches correspondent à des différences de faunes, et ces différences sont souvent si accentuées que des dépôts synchroniques peuvent n'avoir presque aucun fossile commun; c'est le cas, par exemple, pour les calcaires lutétiens de Blaye comparés à ceux de Biarritz ou de Peyrehorade, calcaires à *Milioles* et *Orbitolites* d'un côté, calcaires à *Nummulites* de l'autre.

Ces différences de faciès résultent principalement de la profondeur à laquelle ces dépôts se sont formés; elle dépend aussi de la proportion relative des éléments détritiques et des éléments organiques. On peut distinguer ainsi :

I. Des *dépôts littoraux* formés de poudingues ou de sables grossiers avec *Balanes*, *Littorines* et *Gryphées* (groupe de l'Huître de Portugal). On peut citer comme exemple les couches à *Gr. bersonnenis*, celles à *Gr. crassissima* ou celles à *Gr. longirostris* du bassin de Paris.

On peut rattacher à ce premier groupe les formations saumâtres et les formations d'eau douce.

II. Les *dépôts sublittoraux*, renfermant très souvent de petits cailloux principalement quartzeux; ils sont représentés par des sables ou des calcaires à *Lithothamnium* et à Foraminifères porcelanés, *Miliolites*, *Orbitolites*, *Alvéolines*. Ces Protozoaires vivent principalement dans les herbiers et se nourrissent d'algues microscopiques et de spores d'algues, qui leur fournissent le calcaire nécessaire, de sorte que cet élément semble avoir toujours été élaboré d'abord par des végétaux. C'est aussi le niveau des *Huîtres* proprement dites (groupe de l'*O. edulis*).

On peut citer comme exemples les calcaires à *Miliolites* de Blaye et de Saint-Palais, et ceux du Danien et de l'Éocène inférieur de la bordure des Pyrénées, ainsi que les calcaires à *Alvéolines* de la Montagne Noire.

III. Les *dépôts néritiques moyens*, formés de sables argileux généralement assez fins et de calcaires à Foraminifères poreux, *Nummulites* et *Orbitoïdes*. C'est aussi le niveau des *Pycnodontes* (groupe de l'*O. cochlear*). Exemples : sables inférieurs à *Num. planulatus* des environs de Royan et du bassin parisien, — Lutétien de Biarritz et de la Chalosse à *N. aturicus*, — Dordonien à *Orbitoïdes media* et *Pycnodonta vesicularis*.

Les Foraminifères minces, comme les *Orthophragmina* et certaines *Nummulites* à filets méandriformes, paraissent être des formes nageuses ou au moins d'un habitat assez large, tandis que les formes renflées et granuleuses, à test plus lourd, habitent vraisemblablement la zone inférieure des Algues, auxquelles ils empruntent l'élément calcaire.

IV. Les *dépôts néritiques inférieurs* sont formés de vases sableuses fines à *Crinoïdes* et à *Orbitoïdes;* les *Nummulites* y sont rares et ne sont guère représentées que par des Radiées ou des Méandriformes. C'est le type des couches de la Villa Marbella.

V. Les *dépôts bathyaux* sont beaucoup plus rares; ce sont des vases fines, bleues ou grises, caractérisées par des *Crinoïdes* et des *Éponges siliceuses*. Ex. : les couches à *Pentacrines* de la côte des Basques.

Les différents types que je viens de distinguer doivent être considérés seulement comme des points de repère; ils sont reliés par des formations intermédiaires ou de passage et constituent en réalité une série continue. Tous ont pu se former à chaque époque géologique, suivant la profondeur des eaux, la force et la température des courants. Il est certain que l'extrême abondance des organismes et notamment des Foraminifères dans certaines couches indique des eaux relativement chaudes et une grande abondance de nourriture. On voit que la faune d'une même couche doit varier d'un point à un autre, comme elle varie dans les mers actuelles; l'influence du faciès pourra devenir prédominante, de sorte que des couches d'âge différent mais de même faciès pourront présenter dans leurs faunes plus d'analogies apparentes que des couches de même âge et de faciès différents.

On conçoit dès lors combien il pourra être difficile dans certains cas de déterminer l'âge précis d'un gisement donné, et l'on ne sera pas étonné si certains d'entre eux ont pu être ballottés d'un étage à un autre. C'est

ainsi que les relations des couches de Gaas avec celles de Biarritz sont restées longtemps incertaines; de même celles de Peyrère et de Saint-Etienne d'Orthe ont été considérées d'abord comme tortoniennes, puis comme helvétiennes, tandis qu'elles sont vraisemblablement aquitaniennes.

Pour se mettre à l'abri de ces causes d'erreur, il faudra faire appel principalement au degré d'évolution des fossiles et surtout attacher une importance prédominante à ceux qui, par l'extension de leur habitat, sont à un moindre degré soumis à l'influence des faciès. Ce rôle à l'époque secondaire est dévolu aux Ammonites et l'on sait quelles difficultés on a rencontrées pour déterminer l'âge précis de certaines couches où ces fossiles font défaut, comme c'est le cas par exemple pour les formations coralliennes. Les géologues de ma génération se rappelleront certainement la vivacité des controverses dont ces terrains ont été l'objet.

Dans les terrains tertiaires les grands Foraminifères, *Nummulites* et *Orbitoides*, jouent un rôle analogue, mais leur habitat paraît plus restreint et leur détermination est souvent délicate. L'importance relative des caractères ne semble pas encore établie d'une manière incontestable. Ainsi pour les *Nummulites* la forme extérieure paraît très variable dans une même espèce : dans le bassin de Paris le *N. lævigatus* est ordinairement assez aplati, tandis que certains individus sont presque sphériques. Ces différences sont encore bien plus marquées pour le *N. aturicus*, lenticulaire aplati dans la plupart des localités du Sud-Ouest, tandis qu'il est tout à fait globuleux au col de Braus, près Nice. La taille paraît plus importante; dans chaque rameau elle semble croître avec les progrès de l'évolution, les formes les plus anciennes étant les plus petites.

On a attribué généralement une grande valeur aux caractères tirés de la section équatoriale; il semble qu'on ait exagéré leur importance : l'épaisseur de la lame spirale varie beaucoup d'un échantillon à un autre et même dans un échantillon donné. L'écartement des tours de spire est tout aussi variable : aussi en Crimée on observe tous les passages entre *N. polygyratus* à tours serrés et *N. distans* à spire plus lâche; il semble que ce ne soit guère qu'un caractère de variété.

De la Harpe avait bien eu conscience de ces difficultés; c'est ainsi qu'à propos du *N. perforatus* il dit expressément que « semblable à un véritable Protée, ses caractères sont presque impossibles à saisir », et il ajoute : « sa variabilité est immense, on en rencontre de sphériques, de lenticulaires et même de planes; on en voit dont la spire est serrée, d'autres où elle ne l'est pas. L'épaisseur de la lame, la forme et le nombre des cloisons et des

chambres sont également variables. En tout cas il est impossible de fixer les limites naturelles de l'espèce de d'Archiac ([1]). »

Les progrès de nos connaissances sur les Nummulites ont montré que les caractères tirés des filets étaient beaucoup plus constants et permettaient de définir les espèces; c'est ainsi que, dans toutes les variétés de *N. aturicus-perforatus*, on constate l'existence de granules entre les filets tandis que dans *N. lævigatus* les granules se développent sur les filets; ces caractères avaient échappé à de la Harpe. La forme de l'extrémité des filets correspond du reste aux cloisons de la section équatoriale, et ce caractère a aussi son importance.

Une autre source de difficultés résulte de l'influence des idées reçues ou généralement adoptées; quand ces idées sont inexactes, leur influence est d'autant plus fâcheuse qu'on ne s'en méfie pas; j'ai eu personnellement beaucoup de peine à m'affranchir de certaines d'entre elles. Ainsi, en ma qualité de géologue parisien, j'ai attaché tout d'abord une trop grande importance aux Nummulites de nos environs, et c'est seulement plus tard que j'ai reconnu qu'elles ne représentaient que des colonies venant du Sud; elles n'avaient dès lors, au point de vue de l'évolution, qu'une valeur secondaire. C'est en réalité sans raisons sérieuses que j'ai admis avec beaucoup d'autres que *N. planulatus* était la plus ancienne Nummulite et que les formes granuleuses avaient apparu seulement dans l'Éocène moyen.

Une autre idée généralement acceptée était qu'il n'y avait pas de Nummulites dans le Crétacé; c'est ainsi que Seunes découvrant de petites Nummulites dans des couches qui, aux environs de Gan, surmontent les assises à *Coraster*, en avait fait de l'Éocène, et cependant j'ai pu montrer que ces couches renfermaient des *Ananchites* non roulés et qu'elles étaient par suite crétacées. En 1914, le professeur Parona a signalé, dans les couches de la craie supérieure à *Omphalocyclus macropora*, en Tripolitaine, une petite Nummulite qu'il a rapprochée de *N. Fraasi*, de la Harpe. J'avais moi-même depuis longtemps reconnu une section rappelant les Nummulites dans une préparation du calcaire à *Hippurites cornucopiæ* du cap Passaro; c'est bien une véritable Nummulite voisine de *N. deserti* ([2]), de la Harpe. Il est ainsi établi que les Nummulites existaient déjà dans le Crétacé supérieur; comme

---

([1]) De la Harpe, *Étude des Nummulites de la Suisse et revision des espèces éocènes* (*Mém. Soc. pal. suisse*, t. VIII, p. 132).

([2]) Ces deux espèces *N. Fraasi* et *N. deserti* proviennent d'une couche de l'Oasis de Farafrah considérée comme la première assise de l'Éocène, mais qui pourrait bien être encore crétacée.

il fallait s'y attendre, elles n'y sont représentées que par de très petites formes, voisines probablement de certains *Siderolites;* et ce n'est qu'à partir de l'Éocène qu'elles ont pris réellement de l'importance. Les premières couches de ce terrain sont particulièrement intéressantes à ce point de vue, elles sont bien plus développées qu'on ne le pensait dans le golfe de l'Aquitaine et elles nous donnent des indications précieuses sur la première phase de l'évolution des Nummulites. Ce sera l'objet d'une prochaine Note.

HYDRAULIQUE. — *Influence de la variation de l'épaisseur des parois sur le coup de bélier dans une conduite forcée.* Note ([1]) de M. DE SPARRE.

On sait que, dans une conduite dont les parois ont une épaisseur constante, si l'on considère une fermeture en un temps inférieur à $\frac{2L}{a}$, L étant la longueur de la conduite et a la vitesse de propagation, le coup de bélier est égal à ([2])

$$\frac{av_0}{g}.$$

Si l'on considère au lieu de cela une conduite où l'épaisseur des parois, et par suite la vitesse de propagation, va en diminuant, du distributeur à la prise d'eau, on serait porté à croire que le coup de bélier maximum ne peut qu'être diminué de ce fait. Il n'en est toutefois rien et il peut au lieu de cela être augmenté, par suite de cette diminution de la vitesse moyenne de propagation d'une façon très notable.

Pour le montrer je suppose, comme dans ma Communication du 30 avril dernier, dont je conserve toutes les notations, une conduite formée de trois sections de longueurs, l, l' et l'', pour lesquelles la durée de propagation est la même ([3]).

S'il s'agit d'une fermeture en un temps inférieur à θ, le coup de bélier ξ'_n, à la fin de la $n^{\text{ième}}$ période, est donné par la formule que j'ai établie dans

([1]) Séance du 15 octobre 1917.

([2]) v_0 étant la vitesse de régime et g la gravité.

([3]) On a donc $\frac{2l}{a} = \frac{2l'}{a'} = \frac{2l''}{a''} = \theta$.

cette Communication (¹) :

$$(1)\qquad \xi'_n = (-1)^{n-1}\frac{av_0}{g}\left[1 - \frac{4\alpha}{1+\alpha}\,\frac{\sin\dfrac{n\lambda}{2}\sin\dfrac{(n-1)\lambda}{2}}{\sin\lambda\,\sin\dfrac{\lambda}{2}}\right] \quad (^2),$$

où l'on a

$$(2)\qquad \cos^2\frac{\lambda}{2} = \frac{1}{(1+\alpha)(1+\beta)}.$$

L'équation (1) peut d'ailleurs s'écrire

$$\xi'_n = (-1)^{n-1}\frac{av_0}{g}\left[1 - \frac{\alpha}{1+\alpha}\,\frac{1}{\sin^2\dfrac{\lambda}{2}} + \frac{\alpha}{1+\alpha}\,\frac{\cos(2n-1)\dfrac{\lambda}{2}}{\sin^2\dfrac{\lambda}{2}\cos\dfrac{\lambda}{2}}\right],$$

mais en tenant compte de (2) on a

$$1 - \frac{\alpha}{1+\alpha}\,\frac{1}{\sin^2\dfrac{\lambda}{2}} = \frac{\beta}{\alpha+\beta+\alpha\beta},$$

$$\frac{\alpha}{1+\alpha}\,\frac{1}{\sin^2\dfrac{\lambda}{2}\cos\dfrac{\lambda}{2}} = \frac{\alpha(1+\beta)}{\alpha+\beta+\alpha\beta}\sqrt{(1+\alpha)(1+\beta)},$$

de sorte qu'il vient en fin de compte

$$\xi'_n = (-1)^{n-1}\frac{av_0}{g}\left[\frac{\beta}{\alpha+\beta+\alpha\beta} + \frac{\alpha(1+\beta)\sqrt{(1+\alpha)(1+\beta)}}{\alpha+\beta+\alpha\beta}\cos(2n-1)\frac{\lambda}{2}\right].$$

Mais si le diamètre de la conduite est constant et que la vitesse de propagation varie seule d'une section à la suivante (³), cette variation étant toujours assez faible, on pourra poser

$$\alpha = \frac{a'}{a} = 1-\varepsilon, \qquad \beta = \frac{a''}{a'} = 1-\eta,$$

(¹) Et que j'avais déjà signalée dans une Note du 19 mai 1913.

(²) Je rappelle que si a, a', a'' sont les vitesses de propagation et d, d', d'' les diamètres pour la première, la deuxième et la troisième section à partir du distributeur, on a

$$\alpha = \frac{a'd^2}{ad'^2}, \qquad \beta = \frac{a''d'^2}{a'd''^2}.$$

(³) Par suite de la variation de l'épaisseur des parois.

ε et η étant assez petits pour qu'on puisse négliger les termes du second degré en ε et η. On aura alors, avec cette approximation,

$$\frac{\beta}{\alpha+\beta+\alpha\beta}=\frac{1}{3}\left(1+\frac{2\varepsilon-\eta}{3}\right),\qquad \frac{\alpha(1+\beta)\sqrt{(1+\alpha)(1+\beta)}}{\alpha+\beta+\alpha\beta}=\frac{4}{3}\left(1-\frac{7\varepsilon+\eta}{12}\right),$$

$$\cos\frac{\lambda}{2}=\frac{1}{2}\left(1+\frac{\varepsilon+\eta}{4}\right);$$

de sorte qu'on aura en définitive

$$(4)\qquad \xi'_n=\frac{av_0}{3g}(-1)^{n-1}\left[1+\frac{2\varepsilon-\eta}{3}+4\left(1-\frac{7\varepsilon+\eta}{12}\right)\cos(2n-1)\frac{\lambda}{2}\right].$$

Si par exemple on suppose (¹)

$$a=1182,\qquad a'=1060,\qquad a''=962,$$

on aura

$$\varepsilon=0,1032,\qquad \eta=0,0925;$$

on en déduira

$$\frac{\lambda}{2}=58^\circ 22',1=60^\circ-1^\circ 37',9,$$

et l'on aura par suite

$$\xi'_n=(-1)^{n-1}\frac{av_0}{g}\left(0,346+1,243\cos\frac{2n-1}{2}\quad\right),$$

ce qui donne

$$\xi'_{13}=1,520\frac{av_0}{g},\qquad \xi'_{19}=1,589\frac{av_0}{g}.$$

On voit, sur cet exemple, que la diminution de l'épaisseur des parois de la partie supérieure de la conduite peut, dans le cas d'une fermeture brusque, augmenter le coup de bélier maximum de plus de 50 pour 100.

Dans le cas général d'ailleurs la formule (4) donnera sensiblement pour le coup de bélier maximum

$$\xi_M=\frac{av_0}{g}\left(\frac{5}{3}-\frac{5\varepsilon+2\eta}{9}\right)\quad(^2).$$

D'autre part on sait que, dans une conduite d'épaisseur constante, le coup de bélier maximum se transmet intégralement, dans le cas d'une fermeture brusque, dans toute la conduite. Au lieu de cela, dans une conduite dont les parois ont une épaisseur variable, le coup de bélier maximum s'atténue

(¹) Je prends des chiffres se rapportant à une conduite existante.

(²) Dans l'exemple considéré, cette expression donnerait $\xi_M=1,589\dfrac{av_0}{g}$.

très notablement, même dans le cas d'une fermeture brusque, à mesure qu'on s'éloigne du distributeur.

Si, en effet, on désigne par H'_n la valeur du coup de bélier à la jonction de la première et de la deuxième section à la fin de la $n^{\text{ième}}$ période ([1]), et par K'_n la valeur du coup de bélier à la jonction de la deuxième et de la troisième section à la fin de la $n^{\text{ième}}$ période ([2]), on trouve

$$H'_n = (-1)^{n-1}\frac{a v_0}{g}\frac{\alpha(1+\beta)}{\sqrt{\alpha+\beta+\alpha\beta}}\sin n\lambda,$$

$$K'_n = (-1)^{n-1}\frac{a v_0}{g}\left[\frac{\alpha\beta}{\alpha+\beta+\alpha\beta} - \frac{\alpha\beta\sqrt{(1+\alpha)(1+\beta)}}{\alpha+\beta+\alpha\beta}\cos(2n+1)\frac{\lambda}{2}\right],$$

formules qui, si l'on suppose la conduite de diamètre constant, et que l'on néglige, comme précédemment, les termes du second degré en ε et η, deviennent

$$H'_n = (-1)^{n-1}\frac{a v_0}{g}\frac{2}{\sqrt{3}}\left(1 - \frac{4\varepsilon+\eta}{6}\right)\sin n\lambda,$$

$$K'_n = (-1)^{n-1}\frac{a v_0}{3g}\left[1 - \frac{\varepsilon+\eta}{3} - 2\left(1 - 7\frac{\varepsilon+\eta}{12}\right)\cos(2n+1)\frac{\lambda}{2}\right].$$

On déduit de là, pour les valeurs maxima que puissent prendre H' et K',

$$= \frac{2}{\sqrt{3}}\frac{a v_0}{g}\left(1 - \frac{4\varepsilon+\eta}{6}\right), \qquad K'_M = \frac{a v_0}{g}\left(1 - \frac{\varepsilon+\eta}{2}\right).$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'hétérogénéité des aciers.* Note ([3]) de MM. G. Charpy et S. Bonnerot.

Depuis la publication de la première Note de MM. Le Chatelier et Lemoine sur l'hétérogénéité des aciers, nous avons effectué sur ce sujet de nombreuses expériences dont il peut y avoir intérêt à rapprocher les résultats de ceux tout récemment publiés par MM. Le Chatelier et Dupuis.

Le mode opératoire que nous avons adopté après divers essais consiste à faire agir sur l'acier un réactif cuprique (généralement celui de Le Chatelier et Lemoine) pendant un temps déterminé et à enlever ensuite le dépôt de

---

(1) Donc ici pour $t = n\theta + \frac{\theta}{2}$.

(2) Donc ici pour $t = n\theta + \theta$.

(3) Séance du 15 octobre 1917.

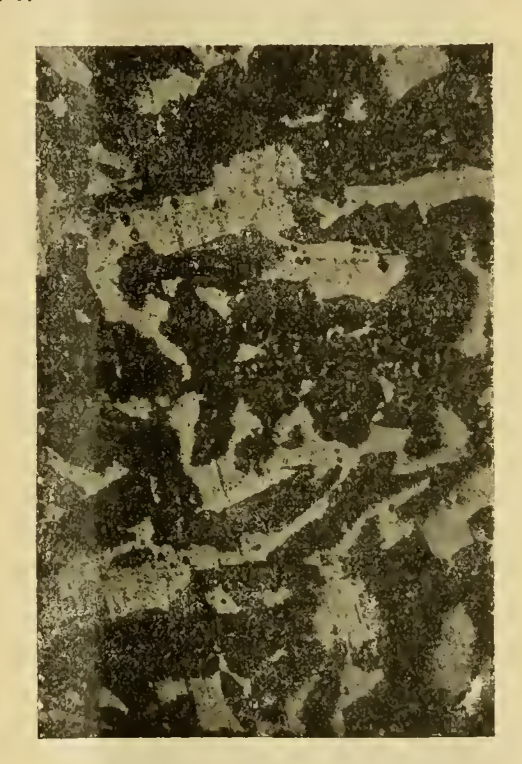
cuivre par dissolution dans l'ammoniaque. On obtient ainsi des préparations parfaitement nettes, dans lesquelles les parties primitivement cuivrées sont creuses et viennent en noir sur la photographie, et l'on retrouve des contrastes très marqués même sur des échantillons qui paraissent s'être recouverts d'un dépôt de cuivre à peu près uniforme.

C'est ainsi qu'on peut nettement percevoir la différence d'action du réactif sur les parties plus ou moins carburées. Le dépôt de cuivre se forme presque simultanément sur la perlite et sur la ferrite dans les aciers demi-durs recuits. Mais, après dissolution du cuivre par l'ammoniaque, la perlite

Fig. 1.



Attaque à l'acide azotique.
G = 200.



Attaque au réactif cuprique.
G = 200.

apparaît en blanc et la ferrite en sombre; de sorte qu'au microscope, la préparation représente l'image négative de ce qu'on obtient avec les réactifs courants, acide azotique, iode, acide picrique qui laissent la ferrite en blanc et colorent la perlite.

La figure 1 donne un exemple des préparations ainsi obtenues.

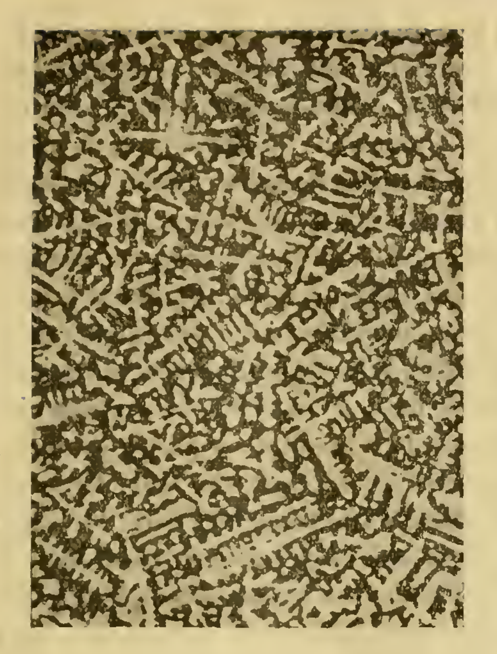
Il semble que ces faits et d'autres du même ordre puissent être interprétés en admettant que l'action sélective des divers réactifs micrographiques sur l'acier est déterminée avec plus ou moins d'activité par les différents corps alliés au fer; mais, alors que pour l'iode, l'acide picrique, l'acide azotique, etc., la proportion de carbone et l'état sous lequel se trouve ce métalloïde ont une action incomparablement plus grande que celle des autres éléments alliés, le contraire s'observe pour les réactifs cupriques dont l'action est modifiée beaucoup plus énergiquement par le phosphore et par d'autres éléments que par le carbone, sans cependant que l'influence de ce dernier soit nulle.

Au cours de la solidification de l'acier, la plupart des éléments associés au fer se répartissent inégalement entre les dendrites de première solidification et le cément solidifié en dernier lieu. On obtient donc entre ces deux parties des contrastes extrêmement nets, qui se conservent sans modification sensible au cours du forgeage ou du laminage. On peut suivre facilement la déformation graduelle de ces dendrites en prélevant des échantillons successivement sur un lingot, puis sur les billettes et barres qui en dérivent aux divers instants du laminage. La figure 2 reproduit une série de figures ainsi obtenues, correspondant : (A) au lingot naturel, dans lequel on voit très nettement les dendrites de solidification qui se déforment et s'orientent graduellement à mesure que l'on allonge le métal par laminage; (B) dans le rapport de 5 à 1; (C) dans le rapport de 30 à 1; (D) dans le rapport de 150 à 1.

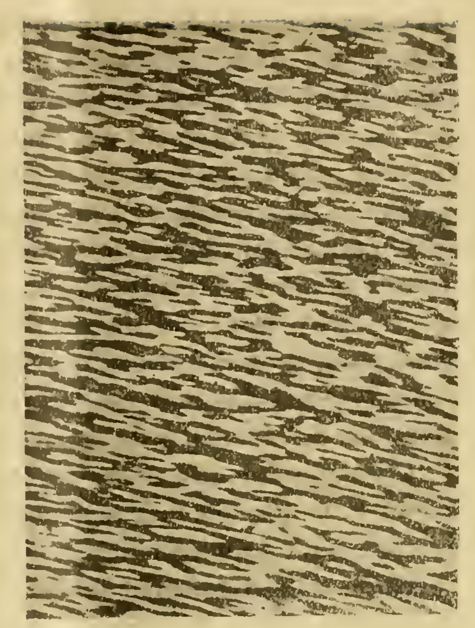
Les traitements thermiques usuels et même d'autres beaucoup plus prolongés et énergiques ne modifient pas sensiblement les figures ainsi obtenues tant sur le lingot que sur les barres plus ou moins corroyées, parce qu'ils ne modifient que l'état et dans une certaine mesure l'emplacement du carbone, tandis que la plupart des autres éléments ne subissent aucune modification. L'aspect du métal observé au microscope se modifie donc profondément, mais les stries mises en évidence par les réactifs cupriques et observées à très faible grossissement ne sont guère modifiées et en tout cas ne subissent aucun déplacement; leur écartement moyen sur un métal laminé permettrait par suite de reconnaître approximativement, même après traitement thermique, le corroyage subi par un métal, si l'on connaissait la dimension primitive des dentrites.

L'étude de ces dimensions et de leur variation avec les conditions de coulée présente donc un grand intérêt. Elle est grandement facilitée par l'emploi des réactifs cupriques qui donnent des résultats beaucoup plus nets

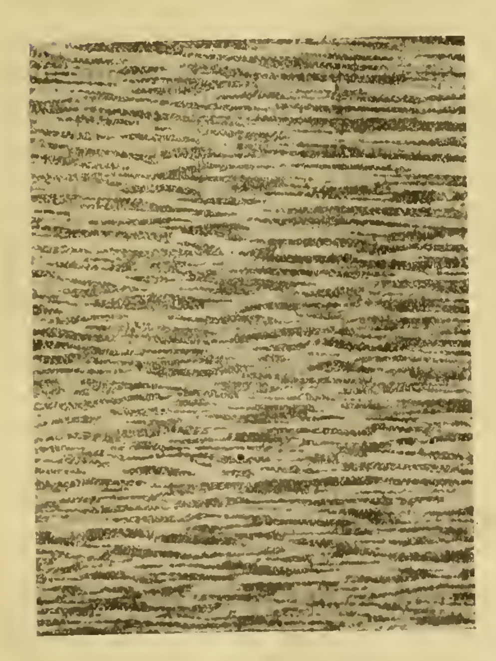
Fig. 2.



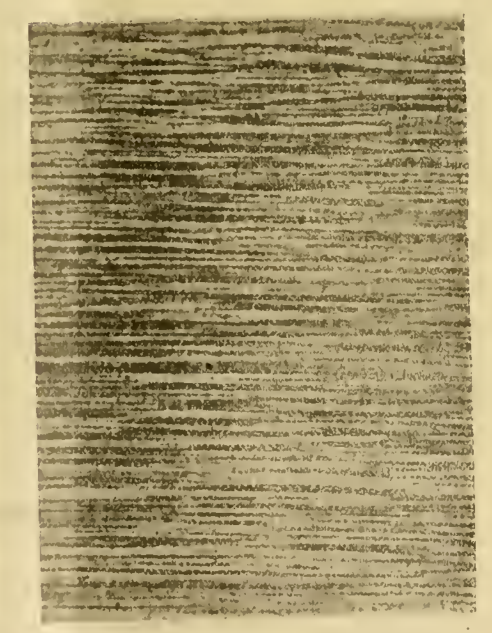
(A).
Lingot, état naturel.



(B).
Premier laminage
(allongement : 5/1).



(C).
Deuxième laminage
(allongement : 30/1).



(D).
Troisième laminage
(allongement : 150/1).

que les autres modes d'attaque, mais non qualitativement différents. En les utilisant, on vérifie facilement que les dendrites plus fines formées au contact même des parois de la lingotière au commencement de la solidification varient relativement peu avec les dimensions du lingot pour un métal déterminé; les dimensions des dendrites formées dans les régions centrales augmentent, au contraire, beaucoup avec la masse du lingot; la quantité de métal qui se refroidit simultanément paraît agir plus énergiquement que la vitesse même de refroidissement, ce qui indique que la liquation joue le rôle principal. Dans des lingots de poids moyen et avec des aciers relativement purs, ne donnant pas lieu, par suite, à des liquations très marquées, on observe couramment des variations de 1 à 10 dans le rapport des dimensions des dendrites de la partie périphérique et de la partie centrale.

L'hétérogénéité des aciers sur laquelle les travaux de MM. Le Chatelier et Lemoine ont fort justement attiré l'attention nécessite donc une étude faite à un double point de vue : en premier lieu, on peut considérer la répartition et la dimension relative des éléments juxtaposés, qui est très variable d'un point à l'autre d'une masse métallique et déterminée dans chaque cas particulier par la composition moyenne du métal, la forme et les dimensions du lingot et le travail mécanique qu'il a subi. En second lieu, il faudra définir le degré d'hétérogénéité, c'est-à-dire la différence de qualité entre les parties juxtaposées, différence variable également d'un point à l'autre et qui est influencée principalement par la composition chimique du métal. La première partie de cette étude est possible dès maintenant grâce à l'emploi des réactifs cupriques. La deuxième nécessiterait une méthode expérimentale plus précise que celle dont on dispose actuellement. Les différents réactifs cupriques proposés jusqu'ici paraissent mettre en évidence chacun un certain degré d'hétérogénéité; ils pourraient donc donner une première indication, mais pas assez précise encore pour servir à un classement. Ce n'est que lorsque cette double étude sera effectuée qu'on pourra aborder utilement la recherche de l'influence de l'hétérogénéité sur les propriétés et les emplois de l'acier.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts adresse ampliation du décret, en date du 16 octobre 1917, qui autorise l'Académie à accepter la donation qui lui a été faite par Mme *Marie-Céleste Beauregard*, pour l'institution d'une fondation *Clément Félix*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

Cours de Chimie (lois générales; métalloïdes), à l'usage des candidats aux grandes écoles, par Marcel Boll; préface de Georges Darzens. (Présenté par M. A. Haller.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration de certains systèmes d'équations différentielles.* Note [1] de M. **E. Goursat.**

Dans un Mémoire récent *Sur certains systèmes d'équations aux différentielles totales et sur une généralisation du problème de Pfaff* [2], dont j'avais résumé les principaux résultats dans une Note des *Comptes rendus* [3], j'ai défini un système covariant Σ, complètement intégrable, d'équations aux différentielles totales, attaché à toute forme symbolique de différentielles, de degré quelconque p, à n variables, $x_1, x_2, \ldots, x_n$,

$$\omega = \Sigma A_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_p}\, dx_{\alpha_1}\, dx_{\alpha_2} \ldots dx_{\alpha_p}.$$

Le nombre des équations linéairement distinctes de ce système est égal à la *classe c* de la forme symbolique ω, c'est-à-dire au nombre *minimum* de variables qu'on puisse laisser dans l'expression de ω par un changement de variables. Les variables qui figurent dans l'expression de la forme réduite équivalente à ω sont précisément les intégrales du système Σ, et la réduction de ω à une forme où figurent le nombre minimum de variables, ou l'intégration de Σ, constituent deux problèmes équivalents.

Mais, d'un autre côté, ce système Σ n'est pas le plus général de son espèce, et les simplifications aujourd'hui classiques pour la résolution du problème de Pfaff conduisent à se poser des questions analogues pour une forme symbolique de degré quelconque. Le *rang* d'une intégrale du système Σ semble devoir jouer un rôle essentiel dans ces recherches. Soit $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ une intégrale de ce système; imaginons qu'on ait effectué un changement de variables de façon que cette intégrale soit l'une des variables elles-mêmes, $f = x_1$ par exemple. Si l'on fait $x_1 = C$, $dx_1 = 0$,

(1) Séance du 15 octobre 1917.

(2) *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1916.

(3) Tome 162, 1916, p. 313.

dans la forme ω, C désignant une constante quelconque, on obtient une nouvelle forme ω_1 à $n-1$ variables seulement, qui est au plus de classe $c-1$, mais qui peut être de classe inférieure à $c-1$. En général, si ω_1 est de classe $c-r$ $(r>0)$, nous dirons que l'intégrale $f=x_1$ du système Σ est de *rang* r. Si ω est une forme linéaire, le système Σ correspondant admet des intégrales de rang *un* et des intégrales de rang *deux*. Les méthodes de réduction les plus simples d'une expression de Pfaff à une forme canonique reviennent au fond à déterminer une intégrale de rang *deux* pour la forme donnée et pour chacune des formes qu'on en déduit successivement par l'application de la transformation précédente. Pour étendre ces méthodes à une forme ω de degré supérieur à 1, il fallait d'abord savoir reconnaître *a priori* si le système Σ correspondant à une forme donnée admet des intégrales de rang supérieur à 1, et en particulier trouver le rang des intégrales dont le rang est maximum. Le théorème suivant fournit la réponse à cette question :

Pour que $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ soit une intégrale de rang r du système Σ qui correspond à une forme symbolique ω de classe c, il faut et il suffit que le produit symbolique $\omega\, df$ soit de classe $c-r+1$.

En écrivant que le système Σ_1 correspondant à ce produit symbolique $\omega\, df$, ne contient que $c-r+1$ équations linéairement distinctes, on obtient un ou plusieurs systèmes d'équations aux dérivées partielles *du premier ordre*, qui devront être compatibles. Il est clair qu'on pourra trouver de cette façon le rang des intégrales dont le rang est maximum. Par exemple, pour la forme symbolique du troisième degré $\omega = dx_1\, dx_2\, dx_3 + dx_4\, dx_5\, dx_6$, il y a deux familles d'intégrales de rang *trois*, $f(x_1, x_2, x_3)$ et $\varphi(x_4, x_5, x_6)$, les fonctions f et φ étant arbitraires.

Ayant déterminé une intégrale de rang $r>1$ du système Σ, on a expliqué plus haut comment on pourrait déduire de la forme ω une nouvelle forme ω_1 de classe $c-r$; les intégrales du système correspondant Σ_1, d'ordre $c-r$, sont aussi des intégrales du système Σ. On pourra recommencer la même opération sur la forme ω_1, et ainsi de suite. Les différents cas qui peuvent se présenter sont beaucoup plus nombreux que pour une forme linéaire, et seront l'objet d'un Mémoire plus étendu.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les systèmes cycliques triples de Steiner* (1).
Note (2) de M. S. Bays.

1. Représentons par 0, 1, 2, ..., $6n$ des éléments en nombre $N = 6n + 1$. Disposons les $\frac{(N-1)(N-2)}{2}$ triples contenant l'élément O en figure triangulaire. Le schéma que nous donnons, pour $N = 13$, de cette disposition triangulaire dispense de toute explication sur sa construction. Dans ce schéma nous représentons, pour simplifier, par $0'$, $1'$, $2'$ les éléments 10, 11, 12 et nous négligeons d'écrire dans chaque triple son premier élément O (3) :

A										
12										
13	23									
14	**24**	34								
15	25	35	45							
16	26	**36**	46	56						
C′ **17**	27	37	47	57	**67** B′					
18	28	**38**	**48**	**58**	68	78				
19	29	39	**49** .O	**59**	69	79	89			
10′	20′	**30′**	40′	**50′**	60′	**70′**	80′	90′		
11′	**21′**	31′	41′	51′	61′	71′	81′	**91′**	0′1′	
B **12′**	22′	32′	42′	52′	**62′** A′	72′	82′	92′	0′2′	**1′2′** C

Chaque série cyclique de triples a trois de ses triples dans ce triangle fondamental, placés dans les cases homologues des triangles AOB, BOC, COA. Une série cyclique étant déterminée par l'un quelconque de ses triples, les triples de la médiane AO et de l'intérieur du triangle AOB peuvent ainsi suffire à *représenter* les $n(6n-1)$ séries cycliques possibles avec les $n(6n-1)(6n+1)$ triples de $6n+1$ éléments.

L'étude de ce triangle ABC fait voir aisément que : (a) seules les

(1) Voir, sur la théorie des systèmes triples de Steiner, le Chapitre qu'y consacre Netto dans sa *Combinatorik*.

(2) Séance du 1er octobre 1917.

(3) Les triples en caractères gras sont ceux situés sur les médianes AA′, BB′, CC′. Le point O est l'intersection des trois médianes.

séries $O\alpha\beta$ (les séries cycliques déterminées par le triple $O\alpha\beta$) situées sur les médianes AO et OC′ contiennent des triples ayant un couple commun; par contre toutes les séries $O\alpha\beta$ situées à *l'intérieur* du triangle AOB, mais non sur la médiane OC′, peuvent servir à former des systèmes de triples cycliques; (*b*) si l'on remplace une des *n* séries $O\alpha\beta$ d'un système cyclique par une autre série équidistante verticalement de la médiane OC′, on obtient encore un système cyclique. J'appelle *conjuguées* deux séries équidistantes de OC′ et *systèmes conjugués* deux systèmes de triples dont toutes les séries sont respectivement conjuguées. Une série cyclique se transforme en sa conjuguée par la substitution $|x, N - x|$; par suite :

Les systèmes cycliques de triples de Steiner vont par couples; les deux systèmes d'un même couple n'ont aucun triple commun, mais sont équivalents et se transforment l'un dans l'autre par la substitution $|x, N - x|$ ([1]).

On peut donc, dans la recherche des systèmes cycliques *différents*, se limiter à l'étude des séries antérieures au triangle AOC′, avec faculté de remplacer dans chaque système une ou plusieurs de ses séries, mais non toutes, par les conjuguées. En ramenant au problème de Heffter ([2]) la recherche des systèmes cycliques du triangle AOC′, on a un procédé rapide permettant d'obtenir systématiquement tous ces systèmes.

2. Un système de triples formé au moyen des séries du triangle AOC′ fournit 2^{n-1} systèmes cycliques qui peuvent être différents. Une classe particulière de substitutions, les substitutions *métacycliques*, aide à réduire considérablement le nombre de ces systèmes éventuellement différents.

L'emploi méthodique de ces substitutions et de quelques théorèmes nouveaux ([3]) relatifs à leur effet sur les séries ou systèmes cycliques permet de grouper l'ensemble des systèmes cycliques en classes de systèmes équivalents (par une substitution métacyclique).

Il suffit alors de reconnaître si les systèmes de deux classes différentes sont *différents* ou non. Le procédé des *trains* de White ([4]), dont je me suis

---

([1]) H. S. White (*Trans. of the A. M. S.*, t. 14, 1913, p. 13) a remarqué le cas particulier du théorème pour $N = 13$.

([2]) *Math. Annalen*, t. 49, 1897, p. 101, ou Netto, *Combinatorik*, p. 224.

([3]) En particulier le théorème donné par H. S. White (*loc. cit.*) et qu'il énonce ainsi : *Triple-systems of the Netto type on* 13 *elements occur in pairs, the two of a pair having the same group, but having no triad in common*, est entièrement établi pour un système cyclique quelconque.

([4]) *Loc. cit.*

servi, en transposant aux séries cycliques la transformation que White effectue sur les triples, montre, du moins pour les premières valeurs de N, que les systèmes de deux classes différentes *sont toujours différents*. Il semble donc probable que, si deux systèmes cycliques sont équivalents, ils peuvent en tout cas se déduire l'un de l'autre par une *substitution métacyclique*. Mais ce théorème est encore à démontrer. En outre, les trains obtenus font reconnaître que, sauf deux exceptions, le système de 7 éléments et un système noté par $K_2(d)$ de 31 éléments, aucun des systèmes trouvés n'a d'autres substitutions qui le transforment en lui-même que celles du diviseur métacyclique qui appartient à sa classe. J'ai ainsi les résultats suivants :

Pour $N = 7$, l'unique système de Steiner qui existe est cyclique. Son groupe connu, d'ordre 168, *contient* le diviseur métacyclique $\{|x, 1+x|, |x, 3^2x|\}$ d'ordre 21, qui est le demi du groupe métacyclique de 7 éléments.

Pour $N = 13$, 1 *système cyclique*. Son groupe est le diviseur métacyclique d'ordre 39 :

$$\{|x, 1+x|, \quad |x, 2^4x|\}.$$

Pour $N = 19$, 4 *systèmes cycliques*. L'un ne possède que le groupe cyclique $\{x, 1+x\}$, deux possèdent le diviseur métacyclique d'ordre 57 : $\{|x, 1+x|, |x, 2^6x|\}$ et un le diviseur métacyclique d'ordre 171 : $\{|x, 1+x|, |x, 2^2x|\}$.

Pour $N = 25$, 12 *systèmes cycliques*. Chacun possède uniquement le groupe cyclique.

Pour $N = 31$, 80 *systèmes cycliques* répartis en 8 groupes. 3 groupes sont d'un même type, et 3 autres groupes d'un même type également; 2 groupes à part donnent les systèmes qui offrent le plus d'intérêt. 63 de ces systèmes ne possèdent que le groupe cyclique; 15 d'entre eux ont le diviseur métacyclique d'ordre 93 : $\{|x, 1+x|, |x, 3^{10}x|\}$, un le diviseur d'ordre 465 : $\{|x, 1+x|, |x, 3^2x|\}$ et le groupe du système désigné par $K_2(d)$ *contient* le diviseur d'ordre 155 : $\{|x, 1+x| \, |x, 3^6x|\}$. Les trains des deux systèmes qui font exception ont entre eux une ressemblance étroite; ceux du système $K_2(d)$ permettent d'obtenir assez facilement le groupe de substitutions qui appartient au système. *Ce groupe est d'ordre* $9.999.360 = 2^6.168.30.31$.

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement uniforme d'un fil dans un milieu résistant.* Note de M. H. Larose, présentée par M. Jordan.

Le fil d'un poids uniforme, flexible, inextensible, est animé dans son plan d'un mouvement horizontal de translation uniforme vers la droite de vitesse v et d'un glissement sur lui-même de vitesse v_1 ; le régime permanent est supposé atteint.

L'origine est le point le plus bas de la courbe à tangente horizontale et à tension t

finie (¹), l'axe des x horizontal vers la droite, l'axe des y en sens inverse de la pesanteur, les s comptés positivement vers la droite à partir de l'origine, v_1 sera positif ou négatif suivant que le glissement a lieu dans le sens des s décroissants ou croissants, p est le poids du fil par unité de longueur, ρ le rayon de courbure, ψ l'angle avec Ox de la tangente, T la tension.

Le frottement transversal sur un élément est supposé ne dépendre que de la composante transversale de la vitesse de l'élément et proportionnel à son carré; la direction asymptotique commune aux deux branches de courbe fait avec Ox l'angle Φ

$$\Phi = 2\,\text{arc tang}\sqrt{\text{tang}\,\theta} \quad \left(0 \leqq \Phi \leqq \frac{\pi}{2}\right); \qquad 2v^2 = \sigma^2 \cot 2\theta \qquad \left(0 \leqq \theta \leqq \frac{\pi}{4}\right);$$

σ étant la vitesse de chute transversale donnant un frottement égal au poids; le frottement longitudinal est supposé proportionnel à la composante longitudinale de la vitesse, σ' est la vitesse de chute longitudinale donnant un frottement égal au poids (²)

$$v = \sigma'\mu; \qquad v_1 = v\,\text{tang}\,\tau.$$

Posons

$$\cos\varphi = \sqrt{\cot\theta}\,\text{tang}\frac{\psi}{2} \qquad \text{pour} \qquad 0 \leqq \psi \leqq \Phi \text{ (branche droite)},$$

$$\cos\varphi = \sqrt{\text{tang}\,\theta}\,\text{tang}\frac{\psi}{2} \qquad \text{pour} \qquad -\pi + \Phi \leqq \psi \leqq 0 \text{ (branche gauche)},$$

nous aurons pour la branche droite (s positif et φ dans le premier quadrant) :

$$\Delta\varphi = \sqrt{1 - \sin^2\theta \sin^2\varphi}, \qquad \eta = \frac{\pi}{4} + \theta + \tau,$$

$$\frac{T}{p\rho} = \left[\frac{\Delta\varphi \sin\varphi}{\cos\theta + \sin\theta\cos^2\varphi}\right]^2,$$

$$\frac{p}{t} \qquad \text{ou} \qquad \frac{px}{t} = \sqrt{2\sin 2\theta}\int_{\varphi}^{\frac{\pi}{2}} \frac{T}{t}\,\frac{\cos\theta \pm \sin\theta\cos^2\varphi}{\sin\varphi\,\Delta^2\varphi}\,d\varphi,$$

$$\frac{py}{t} = 2\sin 2\theta \int_{\varphi}^{\frac{\pi}{2}} \frac{T}{t}\,\frac{\cot\varphi}{\Delta^2\varphi}\,d\varphi,$$

$$\frac{T}{t} = \left(\frac{\Delta\varphi}{\cos\theta\sin\varphi}\right)^{2\sin 2\theta} U(\varphi, \theta, \mu, \tau),$$

$$\cos\tau\,\text{Log}\,U = 2\mu\sqrt{\sin 2\theta}\left[\cos\eta\,\text{Log}\cot\frac{\varphi}{2} + \sin\eta\,\text{arc tang}(\text{tang}\,\theta\cos\varphi)\right].$$

(¹) Le cas bien connu d'une tension nulle au point le plus bas, la courbe du fil se réduit alors à une droite, sert à déterminer les coefficients de frottement.

(²) Lord Kelvin, *Papers*, 2. — Longridge et Brooks, *Society of Telegraph Engineers*, t. 6. — Werner Siemens, *Ibid.*

Pour la branche gauche θ sera remplacé par l'angle complémentaire θ' et φ décrira le deuxième quadrant. Le rayon de courbure à l'origine est celui de la chaînette $\left(\theta = \frac{\pi}{4}, \mu = 0 = \tau\right)$; il n'y a pas de point d'inflexion.

S'il n'y a pas de glissement, les deux branches sont hyperboliques ou paraboliques en même temps; hyperboliques avec une vitesse v finie, si le frottement longitudinal est négligé; toujours paraboliques si $\sigma \geqq 2\sigma'$ et si $\sigma < 2\sigma'$, paraboliques pour $v \leqq v_0$, hyperboliques pour $v > v_0$, v_0 étant la vitesse correspondante à

$$\theta_0 = \frac{\pi}{4} - \operatorname{arc\,tang} \frac{\sigma^2}{4\sigma'^2}.$$

Avec glissement, la branche droite (signe supérieur) ou la branche gauche (signe inférieur) sera parabolique si

$$1 \mp \operatorname{tang}\tau \operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} + \theta\right) - 2\frac{\sigma'}{\sigma}\sqrt{\operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)} \geqq 0,$$

hyperbolique dans le cas contraire, et si la branche, côté du filage, est parabolique, la branche, côté du relevage, sera parabolique.

Soit $M(\theta, \mu, \tau)$, l'abscisse à l'origine de l'asymptote de la branche droite

$$\frac{pM}{t} = \sqrt{2\sin 2\theta} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{T}{t} \frac{\cos\theta + \sin\theta\cos\varphi}{\cot\frac{\varphi}{2}\Delta^2\varphi} d\varphi,$$

l'abscisse à l'origine de l'asymptote de la branche gauche sera $-M(\theta', -\mu, \tau)$.

La courbe formée par l'ensemble des branches droite et gauche est celle d'une touée, filée d'un côté, halée de l'autre à la même vitesse uniforme, dans un courant uniforme; la branche gauche au-dessus du point à tangente verticale est la courbe d'une ligne de sonde avant que le plomb de sonde n'ait atteint le fond, le navire, drossé, pendant le sondage, par un courant superficiel uniforme; ou encore celle de l'immersion, en marche uniforme, d'une ligne de drague, avant que le grappin n'ait atteint le fond; la branche droite sera la courbe de la ligne de drague, en dragage effectif.

Supposons le glissement nul, et négligeons le frottement longitudinal

$$U = 1, \qquad T = t + py;$$

la branche (droite ou gauche) sera prolongée analytiquement par sa symétrique par rapport à la verticale Oy, pour $\theta < \frac{\pi}{4}$ la courbe complète $(\pi > \varphi > 0)$ est extérieure à la chaînette $\theta = \frac{\pi}{4}$, pour $\theta > \frac{\pi}{4}$ elle a un point

double sur Oy qui va de l'∞ à O quand θ croît de $\frac{\pi}{4}$ à $\frac{\pi}{2}$, la boucle est intérieure à la chaînette, le rayon de courbure est minimum en O si $\theta \leqq 76°43'$ et si $\theta > 76°43'$ il y a sur la boucle deux points d'ordonnée finie y_m à courbure maximum [1]; les intégrales deviennent elliptiques pour $\theta = 15°$ [2], $\Phi = 54°44'8''$ dans ce cas particulier pour la branche droite, avec $\frac{\pi}{12}$ pour angle du module

$$1 + \frac{py}{t} = \frac{\Delta(\varphi, 75°)}{\cos 15° \sin\varphi},$$

$$\frac{ps}{t} \quad \text{ou} \quad \frac{px}{t} = (\sqrt{3} \text{ ou } 1)(\sqrt{3}-1)\left[\Delta\varphi \cot\varphi + E(\varphi) - E\left(\frac{\pi}{2}\right)\right] + K - F(\varphi)$$

et pour la branche gauche, avec $\frac{5\pi}{12}$ pour angle du module,

$$1 + \frac{py}{t} = \frac{\Delta(\varphi', 75°)}{\cos 75° \sin\varphi'} \qquad \left(\varphi + \varphi' = \pi,\ 0 \leqq \varphi' \leqq \frac{\pi}{2}\right),$$

$$-\frac{ps}{t} \quad \text{ou} \quad -\frac{px}{t} = (\sqrt{3} \text{ ou } -1)(\sqrt{3}+1)\left[\Delta\varphi' \cot\varphi' + E(\varphi') - E\left(\frac{\pi}{2}\right)\right] + K' - F(\varphi'),$$

$$pM = 1,175t, \qquad -pM' = 3,925t.$$

HYDRAULIQUE. — *Sur les coups de bélier.* Note [3] de MM. **C. Camichel, D. Eydoux** et **M. Gariel**, présentée par M. Boussinesq.

Cette Note résume une partie des résultats de nos recherches sur les coups de bélier. Ces phénomènes peuvent se diviser en deux classes : *ondes se propageant avec une vitesse finie et oscillations en masse* [4]. Les premiers se produisent dans les conduites entièrement purgées d'air, les seconds dans les conduites munies de réservoirs d'air, de cheminées d'équilibre ou de pare-chocs. Les conduites peuvent être classées en conduites à *caractéristique constante*, pour lesquelles la constitution est la même sur toute la longueur,

---

(1) θ croissant de 0 à $\frac{\pi}{2}$, le demi-plan supérieur des xy sera balayé par les courbes complètes $\left(0 < \theta \leqq \frac{\pi}{4}\right)$ et par les boucles des courbes $\left(\frac{\pi}{4} < \theta < \frac{\pi}{2}\right)$.

(2) Cette valeur de θ correspond, avec les cordages métalliques usuels pour le dragage des câbles sous-marins, à une vitesse de dragage d'environ $0^m,5$ par seconde; pour de pareils cordages σ' est de l'ordre de 10σ.

(3) Séance du 15 octobre 1917.

(4) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 343 et 412.

et *conduites à caractéristiques variables,* que l'on rencontre le plus souvent dans l'industrie.

Les conclusions de nos travaux relativement aux conduites en tôle d'acier, sans cheminées, ni réservoirs d'air, concernent : 1° les méthodes expérimentales; 2° la vitesse de propagation de l'onde; 3° les variations de pression produites, au voisinage du distributeur, par des fermetures ou des ouvertures; 4° la transmission du coup de bélier le long de la conduite; 5° l'influence de la perte de charge; 6° les phénomènes de résonance.

Méthodes expérimentales. — Nous avons conduit, simultanément, des expériences de laboratoire, sur une chute artificielle de $17^m,3$ et d'une puissance de 4 chevaux, et de grandes expériences industrielles, dans une usine d'une puissance totale de 21000 chevaux, répartie en deux chutes distinctes ayant respectivement 120^m et 250^m de hauteur. Au laboratoire, la faible hauteur de chute et les faibles débits dont on dispose amènent à employer des conduites travaillant par exemple à $0^{kg},16$ par millimètre carré, alors que l'on admet, pour les conduites industrielles, 6^{kg} à 8^{kg} par millimètre carré. Mais comme, dans la théorie du phénomène, la compressibilité de l'eau et la dilatation de l'enveloppe interviennent dans un même terme, il en résulte que les conditions spéciales dans lesquelles travaille le métal de la conduite au laboratoire n'altèrent pas les phénomènes. La technique expérimentale créée au laboratoire a pu être transportée, sans aucun changement, dans les usines.

Pour obtenir des relevés exacts des pressions, nous avons recherché la valeur maximum de la dérivée de la pression par rapport au temps, que peut enregistrer un manomètre déterminé.

La perturbation δ que le manomètre peut produire dans une conduite est donnée par la formule

$$\delta = \frac{2a}{g}\frac{\sigma}{S}\frac{d}{t}\frac{1}{\gamma}, \qquad (1)$$

dans laquelle a désigne la vitesse de l'onde, σ la surface du piston du manomètre, S la section de la conduite, d le déplacement du style en un temps t, et γ le rapport entre le déplacement du style et le déplacement du piston.

Pour chaque valeur de la dérivée de la pression par rapport au temps, on devra choisir le ressort et le piston du manomètre de manière que la perturbation soit négligeable vis-à-vis des surpressions observées.

Pour étudier l'influence du tube de communication entre la conduite et le manomètre, nous avons établi les formules suivantes, analogues à celles que M. Rateau a données pour les oscillations en masse : le système formé par le tube et le manomètre a une période T donnée par la formule

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g}\frac{K}{S'}}, \qquad (2)$$

l' désignant la longueur du tube de communication, S' sa section, K le rapport entre la variation de volume provoquée par le déplacement du piston du manomètre et la variation correspondante de pression.

En outre, si nous coupons dans le tube de communication une vitesse v_0, l'amplitude A de la variation de pression qui en résulte est donnée par la formule

$$A = v_0 \sqrt{\frac{l'}{g} \frac{S'}{K}}. \tag{3}$$

D'une façon générale, il faudra établir la communication entre la conduite et le manomètre par un tuyau gros et court.

Vitesse de propagation : a. — Comme il arrive généralement dans des phénomènes analogues, l'onde se déforme en se propageant; nous avons montré qu'elle s'étale en même temps que son ordonnée maximum diminue.

Mais dans les conditions ordinairement réalisées dans la pratique industrielle, il se trouve heureusement que la déformation de l'onde est assez faible pour qu'on puisse, dans une première approximation, admettre que la vitesse a de l'onde a une valeur bien déterminée.

Pour déterminer cette vitesse et nous rendre compte du degré de longévité de l'onde nous avons employé la *méthode de la dépression brusque* (¹). Nous avons pu ainsi, dans les conduites à caractéristique unique, vérifier la formule de Joukowski-Allievi donnant la vitesse de propagation en fonction du diamètre et de l'épaisseur de la conduite et d'un coefficient dépendant du métal employé.

Nous avons montré que la variation de la vitesse de propagation sous l'influence de la pression, signalée par divers expérimentateurs, n'existait pas et provenait d'une mauvaise interprétation des expériences, consistant à déterminer cette vitesse par l'observation de l'oscillation des aiguilles des manomètres, et que les formules de M. de Sparre relatives aux conduites à caractéristiques variables (²) permettaient de se rendre compte complètement de l'erreur commise jusqu'à ce jour.

Dans les conduites à caractéristiques variables existent donc deux périodes, l'une correspondant à quatre fois le temps de parcours total de l'onde dans toute la longueur de la conduite : $4\sum \frac{l_i}{a_i}$, l'autre dite *période apparente* et qui est produite par le jeu des réflexions (³) partielles des ondes aux points de jonction des divers tronçons de la conduite. C'est celle que les expérimentateurs avait observée. Voici quelques chiffres empruntés à nos expériences :

(¹) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 412 ; t. 163, 1916, p. 150.

(²) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1521 ; t. 163, 1916, p. 959; t. 164, 1917, p. 77 et 683.

(³) *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 265.

	Période $4\sum\frac{l_i}{a_i}$ calculée.	Période $4\sum\frac{l_i}{a_i}$ observée.	Période apparente calculée pour une conduite en deux tronçons.	Période apparente calculée pour une conduite en trois tronçons.	Période apparente observée.
	s	s	s	s	s
Laboratoire	0,93	0,92	»	0,705	0,69
Usine, chute de 120m	1,462	1,464	1,389	1,360	1,350
Usine, chute de 250m	2,008	2,009	1,902	1,894	1,849

Quand il n'y a pas de robinet de dépression brusque, on peut observer, sur un diagramme de fermeture, le va-et-vient, tout le long de la conduite, d'une dentelure provenant d'une variation de pression qui se réfléchit, à la fin de chaque parcours, sans changement de signe au distributeur, et avec changement de signe à la chambre de mise en charge. C'est ainsi qu'on a déterminé la valeur observée pour $4\sum\frac{l_i}{a_i}$ sur la chute de 250m.

ÉLASTICITÉ. — *Sur la plaque rectangulaire épaisse posée, chargée en son centre et la plaque mince correspondante.* Note de M. **Mesnager**, transmise par M. André Blondel.

J'ai donné, il y a quelque temps, la solution du problème de la plaque épaisse posée, chargée en son centre ([1]). Il m'a paru depuis intéressant, à titre de vérification, de rechercher ce que devient l'expression trouvée pour w dans le cas où la plaque, au lieu d'être épaisse, est très mince. Reprenons donc la formule trouvée pour w et, pour simplifier, appliquons-la au plan moyen $z=0$. Il vient

$$(1)\qquad w_0 = -\frac{2\varpi}{\mu}\sum_m\sum_n\frac{1}{r}\,\frac{rc\,\mathrm{sh}\,rc+\dfrac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\,\mathrm{ch}\,rc}{-2rc+\mathrm{sh}\,2rc}\cos mx\cos ny.$$

Dans cette expression, $m=\frac{i\pi}{2a}$, $n=\frac{j\pi}{2b}$, i et j étant les nombres impairs, $r=\sqrt{m^2-n^2}$, $2a$ et $2b$ sont les deux côtés de la plaque. Enfin, l'origine est au centre de celle-ci.

On peut vérifier, en appliquant le théorème de Cauchy généralisé ([2]) au reste de la série double correspondant à $r>R$, que la série est uniformément convergente d'une valeur quelconque de c à $c=0$, donc que la fonction w_0 ainsi définie est continue.

([1]) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 721.
([2]) Goursat, *Cours d'Analyse*, t. 1, p. 424. Gauthier-Villars, 1910.



Cette expression peut s'écrire, en développant sh $2rc$ au dénominateur,

$$(2)\qquad w_0 = -\frac{2\varpi}{\mu c^3}\sum_m\sum_n \frac{1}{r^4}\,\frac{rc\,\mathrm{sh}\,rc + \dfrac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\,\mathrm{ch}\,rc}{\dfrac{2^3}{3!}+\dfrac{2^3 r^2 c^2}{5!}+\dfrac{2^7 r^4 c^4}{7!}+\ldots}\cos mx \cos ny.$$

Faisons dans la série $c=0$, nous obtenons, en tenant compte de $\varpi = \dfrac{P}{4ab}$,

$$(3)\qquad w_0 = -\frac{3P}{2abc^3}\,\frac{1}{\mu}\,\frac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\sum_m\sum_n \frac{\cos mx \cos ny}{(m^2+n^2)^2}.$$

Changeons ces notations pour revenir à celles de Navier [1] et de Saint-Venant [2] : Π charge agissant dans le sens des déplacements, qui est égale à $-$ P, puisque P était comptée daus le sens donnant des tensions positives à la face supérieure, côtés de la plaque a et b, ε demi-épaisseur, m' et n' nombres impairs, $m = \dfrac{m'\pi}{a}$, $n = \dfrac{n'\pi}{b}$, $a_1 = \dfrac{E}{1-\eta^2} = 4\mu\dfrac{\lambda+\mu}{\lambda+2\mu}$, origine à l'angle de la plaque. Toutes ces transformations faites, on trouve

$$(4)\qquad w_0 = \frac{6\Pi}{\pi^4 a_1 ab\varepsilon^3}\sum_{m'=1}^{m'=\infty}\sum_{n'=1}^{n'=\infty}\frac{(-1)^{\frac{m'-1}{2}}(-1)^{\frac{n'-1}{2}}}{\left(\dfrac{m'^2}{a^2}+\dfrac{n'^2}{b^2}\right)^2}\sin\frac{m'\pi x}{a}\sin\frac{n'\pi y}{b},$$

qui est bien la formule de Navier et de de Saint-Venant.

Cette formule ayant été considérée comme fausse dans ces derniers temps [3], il paraît utile de montrer que, si la manière dont elle a été établie peut prêter à quelques critiques, elle est cependant exacte. Tout le monde étant d'accord pour reconnaître l'exactitude de la formule de la plaque rectangulaire mince posée et uniformément chargée dans un rectangle, il suffit de montrer que si cette formule est juste quand ce rectangle est fini, celle à laquelle on est conduit, quand ce rectangle est infiniment petit, est encore exacte. L'expression de Navier [4]

$$(5)\qquad w_0 = \frac{6p}{\pi^6 a_1 \varepsilon^3}\sum_m\sum_n \frac{\sin\dfrac{m\pi x}{a}\sin\dfrac{n\pi y}{b}}{mn\left(\dfrac{m^2}{a^2}+\dfrac{n^2}{b^2}\right)^2}\left|\cos\frac{m\pi x}{a}\right|_{x'}^{x''}\left|\cos\frac{n\pi y'}{b}\right|_{y'}^{y''},$$

---

[1] *Flexion des plaques élastiques*, 1820 (Bibliothèque de l'École des Ponts et Chaussées).

[2] Note, par de Saint-Venant. Traduction de l'*Élasticité*, de Clebsch. Dunod, 1883.

[3] *Annales des Ponts et Chaussées*, 1912, 4e trim., p. 483.

[4] Ouvrage cité à la note [2], p. 743 m_4 et p. 748 d_5.

peut encore s'écrire, en remplaçant les différences par des intégrales définies

$$(6)\qquad w_0 = \frac{6p}{\pi^4 a_1 ab\varepsilon^3} \sum_m \sum_n \frac{\sin\frac{m\pi x}{a} \sin\frac{n\pi y}{b}}{\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)^2} \int_{x'}^{x''} \sin\frac{m\pi x}{a}\,dx \int_{y'}^{y''} \sin\frac{n\pi y}{b}\,dy.$$

Pour obtenir les ordonnées correspondant à un rectangle $dx'dy'$ supportant une pression p, prenons la différentielle du second membre, en écrivant la différentielle de chacun de ses termes. On trouve une expression qui se réduit à (4) en y faisant $x' = \frac{a}{2}$, $y' = \frac{b}{2}$ et en posant $\Pi = p\,dx'dy$.

Pour que ce calcul soit légitime, il suffit d'après le théorème sur la différentiation des séries que la série double de (4) soit uniformément convergente et la série double de (5) convergente. On reconnaît, que ces deux séries sont uniformément convergentes, en remarquant que

$$(7)\qquad \sum_m \sum_n \frac{1}{\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)^2}$$

est absolument convergente. On constate ce fait en appliquant le théorème de Cauchy généralisé; c'est même un exemple souvent utilisé comme application. La série (7) étant absolument convergente, les séries (4) et (5) sont uniformément convergentes [1].

De même on verrait que $\frac{\partial w_0}{\partial x}$ et $\frac{\partial w_0}{\partial y}$ sont donnés par des séries uniformément convergentes pour la plaque mince.

Mais ce même procédé ne permet plus d'être affirmatif pour les dérivées secondes. Effectivement, comme de Saint-Venant l'a remarqué [2], la série des courbures tend vers l'infini au point chargé.

ASTRONOMIE. — *Parallaxe de l'étoile* P *d'Ophiuchus.*
Note de M. **J. Comas Solá**, présentée par M. Bigourdan.

J'ai appliqué le procédé stéréoscopique, tel que je le pratique, à la détermination de la parallaxe de l'étoile, à grand mouvement propre,

---

(1) Goursat, *Cours d'Analyse*, t. I, p. 70, Remarque I. Gauthier-Villars, 1910.

(2) Ouvrage cité à la note (2), de la page précédente, p. 897, au bas.

P d'Ophiuchus, récemment découverte par M. Barnard

($\alpha = 17^h 53$, $\delta = + 4^\circ 27'$).

Quoique les plus grands avantages de ce procédé ne correspondent pas précisément à la détermination des parallaxes stellaires, j'ai cru intéressant d'en faire une application pour montrer son haut degré de précision et de simplicité dans les observations des déplacements relatifs des étoiles.

Les observations, faites avec mon stéréogoniomètre, se rapportent à la détermination de la direction du mouvement de l'étoile P, composé du mouvement propre et du mouvement parallactique. J'ai adopté pour mouvement propre et pour direction de celui-ci, relativement à l'étoile de comparaison adoptée, les valeurs $10'',25$ et $356^\circ,4$.

Neuf clichés, de 30 minutes de pose chacun, ont été faits à l'Observatoire Fabra (Barcelone), avec l'équatorial astrophotographique de 38^{cm} de diamètre et $3^m,80$ de distance focale, aux dates suivantes : 1917, juin 16, 30; juillet 17; août 9, 10, 20, 25; septembre 8 et 25. Sur 33 combinaisons de ces clichés, j'ai fait un grand nombre d'observations stéréoscopiques de direction du mouvement de l'étoile P relativement à l'étoile Bonn $+ 4^\circ,3560$, qui ne semble pas avoir de parallaxe sensible par rapport à la plupart des étoiles du fond du tableau. En raison des heures auxquelles ont été faites les photographies, l'effet de la réfraction atmosphérique est négligeable dans les résultats.

Mon procédé, tant d'observation que de calcul, a été développé, avec tous les détails, dans les *Mémoires de l'Académie royale des Sciences et Arts de Barcelone*, vol. XII, n° 23, et vol. XIII, n° 20. Voici la formule employée :

Soient λ la latitude de l'étoile; γ l'angle que fait la direction de son mouvement propre avec l'écliptique; m la valeur de ce mouvement pendant l'intervalle $t' - t$ des deux photographies examinées; ψ l'angle que fait la direction du mouvement avec le cercle de latitude qui passe par l'étoile, angle donné par le stéréogoniomètre; et p la parallaxe cherchée: on a

$$p = \frac{m(\cos\gamma - \sin\gamma \operatorname{tang}\psi)}{(\sin nt' - \sin nt) - \operatorname{tang}\psi \sin\lambda (\cos nt' - \cos nt)}.$$

Les valeurs angulaires nt' et nt sont comptées à partir de la date de l'opposition en longitude de l'étoile observée par rapport au Soleil.

A chaque observation stéréoscopique j'ai donné un poids égal au terme $(\sin nt' - \sin nt)$.

De l'ensemble des observations stéréoscopiques faites sur les combinaisons de ces neuf clichés, j'ai obtenu la parallaxe $p = 0'', 418$, avec une erreur probable de $0'', 024$.

Quoique cette erreur probable soit faible, elle est loin d'être totalement attribuable à l'observation stéréoscopique. En effet, tandis que l'erreur moyenne de la parallaxe déterminée par une seule observation complète de l'angle de direction du mouvement de P, pour l'unité de poids, est de $0'', 03$, les différences intrinsèques qu'on trouve dans les combinaisons des différents clichés (différences qui se conservent dans les reproductions sur verre) donnent une erreur moyenne, pour l'unité de poids, de $0'', 15$. Cette différence est, sans doute, sensiblement indépendante de la plaque et des manipulations photographiques; peut-être est-elle due à des réfractions anomales de notre atmosphère ou à des réfractions d'origine cosmique, comme je l'ai signalé dans une Note, publiée il y a quelque temps dans les *Comptes rendus*. En tout cas, ces causes d'erreur n'ont rien à voir avec la méthode d'observation employée.

Notre extrême sensibilité au relief reste, encore une fois, bien démontrée par le fait qu'elle est stéréoscopiquement sensible dans le mouvement de l'étoile P d'Ophiuchus sur deux photographies séparées par un intervalle de 20 heures seulement.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Champ électromagnétique d'un élément de courant constant dans un milieu anisotrope biaxe.* Note de M. MARCEL BRILLOUIN.

1. On n'a pas réussi jusqu'à présent à former l'expression du champ électromagnétique produit par une source quelconque dans un milieu biaxe; on ne connaît que la forme de la surface d'onde, mais non la répartition des amplitudes. La difficulté provient des discontinuités que présentent les formules proposées jusqu'à présent le long des axes optiques. J'indique dans cette Note le résultat que j'ai obtenu, par une voie directe et classique, pour un premier cas très simple, celui d'un *doublet électrique* placé à l'origine des coordonnées *dont le moment varie proportionnellement au temps; l'élément de courant*, qui joint une des masses électriques à l'autre, *est alors constant.*

2. *Notations principales :*

$a > b > c$, vitesses de propagation principales;

E, M, force électrique, force magnétique;
$\varepsilon + i\varepsilon'$, moment électrique du doublet;
ε', intensité de l'élément de courant multipliée par sa longueur;
α, β, γ, direction de l'élément de courant.

Notations auxiliaires :

A, o, C, direction des axes optiques.

$$A = \frac{a}{b}\frac{\sqrt{b^2-c^2}}{\sqrt{a^2-c^2}}, \qquad C = \frac{c}{b}\frac{\sqrt{a^2-b^2}}{\sqrt{a^2-c^2}},$$

$$\xi = Ax + Cz, \qquad \zeta = Ax - Cz.$$

$$P = \frac{A^2c^2 + C^2a^2}{2bAC\sqrt{A^2c^2+a^2C^2}}, \qquad Q = \frac{a^2C^2 - A^2c^2}{2bAC\sqrt{A^2c^2+C^2a^2}},$$

$$p = \frac{1}{2AC}, \qquad q = \frac{C^2-A^2}{2AC},$$

$$U = P\xi + Q\zeta, \qquad W = P\zeta + Q\xi,$$

$$u = p\xi + q\zeta, \qquad w = p\zeta + q\xi.$$

Les relations de toutes ces grandeurs avec les axes optiques sont faciles à reconnaître.

$$R^2 = \frac{a^2}{b^2}x^2 + y^2 + \frac{c^2}{b^2}z^2. \qquad r^2 = x^2 + y^2 + z^2.$$

3. *Équations du champ. Résultats :*

$$\frac{1}{a^2}\frac{\partial E_1}{\partial t} = \frac{\partial M_2}{\partial z} - \frac{\partial M_3}{\partial y}, \qquad \ldots, \qquad \mathrm{div.}\left(\frac{E_1}{a^2}\right) = 0,$$

$$-\frac{\partial M_1}{\partial t} = \frac{\partial E_2}{\partial z} - \frac{\partial E_3}{\partial y}, \qquad \ldots, \qquad \mathrm{div.}(M_1) = 0.$$

Dans le problème particulier qui m'occupe, les forces électriques dérivent d'un potentiel très simple :

$$V = -b^2(\varepsilon + i\varepsilon')\left(\alpha\frac{\partial}{\partial x} + \beta\frac{\partial}{\partial y} + \gamma\frac{\partial}{\partial z}\right)\left(\frac{1}{R}\right).$$

C'est le champ magnétique seul qui est compliqué :

$$M_1 = \frac{\partial\Phi}{\partial x} + \frac{\beta}{c^2}\frac{\partial}{\partial z}\frac{1}{R} - \frac{\gamma}{b^2}\frac{\partial}{\partial y}\frac{1}{R},$$

$$M_2 = \frac{\partial\Phi}{\partial y} + \frac{\gamma}{a^2}\frac{\partial}{\partial x}\frac{1}{R} - \frac{\alpha}{c^2}\frac{\partial}{\partial z}\frac{1}{R},$$

$$M_3 = \frac{\partial\Phi}{\partial z} + \frac{\alpha}{b^2}\frac{\partial}{\partial y}\frac{1}{R} - \frac{\beta}{a^2}\frac{\partial}{\partial x}\frac{1}{R},$$

avec

$$\Delta\Phi = -\left[\alpha\frac{c^2-b^2}{b^2c^2}\frac{\partial^2}{\partial y\,\partial z}+\beta\frac{a^2-c^2}{a^2c^2}\frac{\partial^2}{\partial z\,\partial x}+\gamma\frac{b^2-a^2}{a^2b^2}\frac{\partial^2}{\partial x\,\partial y}\right]\left(\frac{1}{R}\right).$$

C'est dans l'intégration de cette équation, *sans singularités le long des axes optiques*, que réside toute la difficulté.

La solution est

$$\Phi = \frac{a^2-c^2}{2ac}b^2\left\{(\alpha A+\gamma C)\frac{y}{y^2+\xi^2}\left(\frac{W}{R}-\frac{w}{r}\right)+(\gamma C-\alpha A)\frac{y}{y^2+\zeta^2}\left(\frac{U}{R}-\frac{u}{r}\right)\right.$$
$$\left.-\beta\frac{\zeta^2-\xi^2}{(y^2+\xi^2)(y^2-\zeta^2)}\left[\frac{\xi\zeta-(a^2C^2-c^2A^2)y^2}{2bACR\sqrt{a^2C^2+c^2A^2}}-\frac{\xi\zeta-(C^2-A^2)y^2}{2ACr}\right]\right\}.$$

4. *Circuit fini.* — L'expression ainsi obtenue pour le champ magnétique d'un élément de courant constant permet d'écrire immédiatement, sous forme d'intégrales simples, les forces magnétiques dues à un circuit de forme quelconque parcouru par un courant uniforme et constant. Il suffit d'ajouter les forces magnétiques dues à tous les éléments. Le circuit peut être fermé, et alors le champ électrique est constant; ou ouvert et terminé par deux capacités dont la charge croît proportionnellement au temps, et alors le champ électrique s'obtient également par addition des champs électriques dus à chacun des doublets élémentaires.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation d'amines secondaire et tertiaire aliphatiques en nitrile.* Note de MM. **Alph. Mailhe** et **F. de Godon**.

La transformation d'une amine secondaire ou d'une amine tertiaire aliphatique en nitrile n'a jamais été réalisée.

Cette réaction semble impossible *a priori*. On ne conçoit pas très bien en effet qu'on puisse obtenir un nitrile à partir d'un corps qui ne possède pas une fonction azotée primaire. D'autre part, l'attache des résidus hydrocarbonés à l'azote semble être très solide. En réalité, cette attache est plus apparente que réelle, et il est possible de scinder d'une manière normale la molécule d'amine secondaire ou tertiaire en les transformant en nitrile correspondant selon l'équation

$$(C^nH^{2n+1})^2NH = C^nH^{2n} + H^2 + C^nH^{2n}N.$$
$$(C^nH^{2n+1})^3N = 2C^nH^{2n} + H^2 + C^nH^{2n}N.$$

Lorsqu'on dirige sur une traînée de nickel, chauffé à 320°-330° (tempé-

rature prise dans la rigole qui porte le tube), des vapeurs de diisoamylamine, bouillant à 187°, on constate un dégagement permanent de gaz. Ce gaz soumis à l'analyse montre qu'il est formé de carbure éthylénique absorbable par le brome (20-22 pour 100) et (78-80 pour 100) d'hydrogène. Le liquide recueilli, soumis au fractionnement, laisse passer d'abord vers 35°-40° une petite dose d'isoamylène, puis le thermomètre monte tout d'un coup jusque 120° et il reste stable jusqu'à 140°, laissant passer 60 pour 100 du liquide recueilli. Ensuite la température s'élevant, il passe de la diisoamylamine non transformée et il reste une queue de distillation bouillant de 200° à 245°.

La portion du liquide bouillant de 120° à 140° a été traitée par de l'acide chlorhydrique dilué pour détruire l'amine secondaire qu'elle pouvait contenir. Il est resté un liquide qui a bouilli entre 127°-129°, à odeur peu agréable d'essence d'amandes amères. C'est l'isoamylnitrile $(CH^3)^2CHCH^2CH$. Nous l'avons identifié par sa transformation en isoamylamine, en l'hydrogénant sur du nickel divisé à 180°-190°.

Les queues de distillation, bouillant de 200° à 245°, contiennent la triisoamylamine que nous avons isolée, et dont nous avons fait le chlorhydrate.

Cette expérience montre qu'il est possible de passer d'une amine secondaire aliphatique au nitrile correspondant à l'amine primaire, par simple passage de ses vapeurs sur du nickel chauffé à 320°-330°. Les réactions qui expliquent cette transformation peuvent s'écrire ainsi :

$$[(CH^3)^2.CH.CH^2.CH^2]^2NH$$
$$= (CH^3)^2.CH.CH^2=CH^2 + (CH^3)^2.CH.CH^2.CN + H^2.$$
$$3(C^5H^{11})^2NH = 2(C^5H^{11})^3N + NH^3.$$

Une partie de l'amylène se détruit, au contact du nickel, en charbon et hydrogène.

Afin de voir s'il était possible d'isoler une certaine quantité d'amine primaire qui pourrait être l'étape intermédiaire de la formation du nitrile, nous avons abaissé la température de la réaction, d'abord jusqu'à 250°, puis jusqu'à 280°. Nous n'avons pas recueilli d'isoamylamine; il s'est formé une faible quantité d'isoamylène et un peu de nitrile; la majeure partie de la diisoamylamine est restée inchangée.

Le cuivre n'a pas fourni de résultats appréciables.

Il était tentant de pousser la réaction plus loin et de voir comment se comporterait l'amine tertiaire, la triisoamylamine. Cette base bout à 235°. Ses vapeurs ont été dirigées sur du nickel divisé chauffé à 360°-370°. Un

dégagement permanent de gaz a eu lieu. Il était encore formé de carbures éthyléniques absorbables par le brome et d'hydrogène. Le liquide recueilli, soumis à la distillation, fournit de l'isoamylnitrile et de la triisoamylamine non modifiée. Cette réaction montre qu'on peut passer d'une amine tertiaire au nitrile correspondant à l'amine primaire, selon la réaction

$$[(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2]^3N = 2(CH^3)^2CH.CH=CH^2 + 2H^2 + (CH^3)^2CH.CH^2CN.$$

Il sera intéressant de voir si cette réaction nouvelle, aussi curieuse qu'inattendue, peut être généralisée, en l'appliquant aux autres amines secondaires et tertiaires.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation, sous l'action de la potasse, du cyclohexanol avec l'alcool butylique secondaire; synthèse du cyclohexyl-4-butanol-3.* Note [1] de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. Moureu.

Dans une Communication récente [2], je montrais que le cyclohexanol $C^6H^{11}.OH$, chauffé vers 215°, en présence de potasse caustique, avec l'alcool isopropylique $CH^3-CH\,OH-CH^3$, se condense avec lui pour donner l'alcool cyclohexylisopropylique $C^6H^{11}-CH^2-CH\,OH-CH^3$. Je viens montrer aujourd'hui que, dans les mêmes conditions expérimentales, le cyclohexanol se condense avec l'alcool butylique secondaire en donnant un alcool cyclohexylbutylique encore inconnu.

Comme mes expériences antérieures [3] permettaient de le prévoir, l'enchaînement des deux molécules d'alcools se fait aux dépens du groupement fonctionnel du cyclohexanol; mais la question se posait de savoir en quel point de la molécule de l'alcool butylique secondaire se fixait le reste cyclohexyle. Nous allons voir que cet enchaînement se réalise par celui des deux carbones, voisins du groupement fonctionnel, auquel est attaché le plus d'hydrogène. La réaction peut être formulée de la manière suivante :

$$\underset{\text{Cyclohexanol.}}{C^6H^{11}-OH} + \underset{\text{Alcool butylique secondaire.}}{CH^3-CH\,OH-CH^2-CH^3} = H^2O + \underset{\text{Cyclohexyl-4-butanol-3.}}{C^6H^{11}-CH^2-CH\,OH-CH^2-CH^3}$$

Cette expérience achève de démontrer que, dans ces réactions de condensation, le cyclohexanol, alcool cyclique, se comporte exactement comme

(1) Séance du 15 octobre 1917.

(2) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 952.

(3) *Comptes rendus*, t. 132, 1901, p. 685; t. 149, 1909, p. 129; t. 150, 1919, p. 183; t. 154, 1912, p. 222; t. 155, 1912, p. 1156.

le ferait un alcool secondaire de la série grasse de même richesse en carbone.

Le cyclohexyl-4-butanol-3, formé dans cette réaction, est un isomère du cyclohexyl-4-butanol-2, obtenu par M. Vavon [1] en hydrogénant le benzylidène acétone.

Cyclohexyl-4-butanol-3. — Pour l'obtenir, on prépare une série de tubes scellés renfermant chacun 8^g de cyclohexanol, 5^g d'alcool butylique secondaire et 5^g de potasse caustique, préalablement déshydratée par fusion. On les chauffe à 210°-220° durant 24 heures. Le produit de la réaction est alors traité comme il a été dit pour la préparation de l'alcool cyclohexylisopropylique et l'on purifie le cyclohexylbutanol par une série de distillations fractionnées sous pression réduite.

Cet alcool est un liquide incolore, d'odeur faible. Il bout à 126°-127° à la pression de 31^{mm}. Il répond à la formule $C^{10}H^{20}O$. Sa densité à 0° est égale à 0,9463.

Oxydé par le mélange chromique, il fournit d'abord l'acétone correspondante, la cyclohexyl-4-butanone-3 $C^6H^{11} - CH^2 - CO - CH^2 - CH^3$. Celle-ci, oxydée par le même réactif, donne un mélange d'acides qui n'ont pu être exactement séparés les uns des autres. Les propriétés de ces acides, la teneur en baryum de leurs sels de baryte, montrent qu'ils sont formés surtout des acides acétique et hexahydrophénylacétique, mélangés, sans doute, d'une petite proportion des acides propionique et hexahydrobenzoïque.

L'oxydation s'est donc réalisée surtout suivant la relation

$$C^6H^{11} - CH^2 - CO - CH^2 - CH^3 + 3O = C^6H^{11} - CH^2 - CO^2H + CH^3 - CO^2H.$$

La constitution de la cyclohexylbutanone et du cyclohexylbutanol obtenus se trouve par là même établie.

L'*éther acétique du cyclohexyl-4-butanol-3* $C^{10}H^{19}.C^2H^3O^2$, obtenu dans l'action de l'anhydride acétique sur le cyclohexylbutanol, est un liquide incolore, d'odeur agréable. Il bout à 129°-130° à la pression de 31^{mm}.

Le *phényluréthane du cyclohexyl-4-butanol-3* a été préparé en mélangeant molécules égales d'isocyanate de phényle et de cyclohexylbutanol. Après 3 jours de contact à froid, le mélange s'est pris en une masse de cristaux que l'on a purifiés par cristallisation dans l'alcool à 95°.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1705.

Ce phényluréthane répond à la formule $CO\langle{}^{NH - C^6H^5}_{O.C^{10}H^{19}}$. Il se présente en petites aiguilles prismatiques incolores et fond à 76°.

La *cyclohexyl-4-butanone-3* $C^6H^{11} - CH^2 - CO - CH^2 - CH^3$ est un liquide incolore d'odeur faible et agréable, très peu soluble dans l'eau. Elle bout à 123°-124° sous la pression de 31mm. Sa densité à 0° est 0,917.

Elle ne se combine pas au bisulfite de sodium.

La *semicarbazone*

$$\begin{array}{l} C^6H^{11} - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3 - CH^2}{\underset{|}{C}} = N - NH - CO - NH^2 \end{array}$$

s'obtient en faisant réagir à froid molécules égales de chlorhydrate de semicarbazide, d'acétate de sodium et de cyclohexylbutanone, dissous dans le moins possible d'alcool. Elle se dépose, après quelques jours, sous forme de petites aiguilles prismatiques incolores. Elle fond à 145°-146°.

GÉOLOGIE. — *Sur la structure et la composition pétrographique du pic du Teyde.* Note [1] de M. Lucas-F. Navarro.

La composition pétrographique du pic du Teyde qui se dresse au milieu de la caldeira de Ténériffe est complexe. Le Pan de Azucar est couvert dans ses deux tiers inférieurs par des matériaux meubles de ponces; son tiers supérieur est complètement altéré par les fumerolles; il s'est produit ainsi une argile rouge, localement recouverte de hyalite, partout imprégnée d'opale; au voisinage des fumerolles actives, elle est transformée en une boue rendue corrosive par de l'acide sulfurique et recouverte d'abondants cristaux dendritiques de soufre.

A l'extérieur du Pan de Azucar, mais non loin de la Rambleta, se trouvent d'autres fumerolles moins actives que celles du cratère, mais qui déposent encore beaucoup de soufre. Dans l'une d'elles, aujourd'hui éteinte, appelée *Montaña Fria* (Montagne froide), on observe une quantité considérable de gypse.

De la Rambleta s'est épanchée sur les flancs du volcan des torrents d'une lave noire qui les couvrent d'un manteau continu; c'est une hyaloandésite contenant de fins microlites feldspathiques et un peu de magnétite dans du verre sur lequel se détachent de grands cristaux de plagioclase et d'augite

---

(1) Séance du 15 octobre 1917.

verdâtre. D'autres coulées sont formées par un trachyte vitreux, riche en phénocristaux de sanidine avec un peu de hornblende, de magnétite et de menus microlites feldspathiques groupés en faisceaux. Du côté Nord, ces matériaux descendent jusqu'à la Cañada, mais partout ailleurs ils s'arrêtent à une altitude plus élevée, car ils ont été érodés, laissant voir au-dessous d'eux le squelette du Teyde, qui se reconnaît à sa couleur rouge et aux genêts qui y poussent en abondance.

A l'extrémité des courants de lave on remarque des bombes volcaniques fragiles qui ont jusqu'à 65^{m^3}.

Le Chahorra ou Pico Viejo, dont le contact avec le vrai Teyde est caché sous un manteau de lave, présente un cratère presque circulaire à parois verticales et à fond plat où ne se voit aucune fumerolle. La dépression ne mesure pas moins de 800^m de diamètre; du côté de l'Ouest, il en existe une autre secondaire de 100^m à 150^m de diamètre avec quelque 60^m de profondeur. La différence de hauteur entre le bord du cratère et la dépression qu'il domine n'a pas moins de 160^m. Les parois de ce cratère sont formées par des phonolites, des trachyphonolites et des trachyandésites.

La Montaña Blanca, cet autre accident important du Teyde, est constituée par plusieurs mamelons couverts de ponces [1], légèrement rougeâtres, mélangées à des fragments d'obsidienne noire. Ces matériaux résultent de très grandes explosions, car ils couvrent le fond de la caldeira sur 6^{km} dans la direction du Nord-Est.

Les épanchements de lave sont peu importants, ils consistent en un hyalotrachyte rougeâtre, poreux, sur lequel ne pousse aucune végétation. Cette roche ne renferme que quelques cristaux de sanidine et d'anorthose, dans un verre parsemé de fins microlites feldspathiques et de ponctuations ferrugineuses.

La Montaña Rajada (Montagne crevassée) est une large coupole d'obsidienne, qui a dû s'élever en masse, sans explosion, et qui, par refroidissement, s'est fendue d'une façon capricieuse; les fentes ainsi ouvertes sont parfois de véritables abîmes. Elle est localement recouverte par les lapilli de la Montaña Blanca qui a comblé une partie de ses dépressions.

Le fond de la grande caldeira, depuis le pied du Pic jusqu'aux Cañadas, est un véritable océan de laves, d'où s'élèvent çà et là de nombreux cônes de débris de diverses dimensions; ils présentent trois aspects suivant leur

---

[1] Cette ponce est exploitée; il en est exporté environ 150 tonnes par an en Angleterre et aux États-Unis.

composition pétrographique : trachyphonolite gris, très altéré complètement couvert par le genêt blanc de Teyde (*Spartocytisus Nubigenus*, Webb et Bert.) surtout abondant au pied du Pico Viejo; phonolite ægyrinique bleuâtre, se débitant en polyèdres ou en grandes dalles, elle aussi couverte de genêts, mais moins abondamment que la roche précédente; enfin, hyalotrachyte rougeâtre cellulaire de la Montaña Blanca dépourvu de toute végétation.

Enfin la lave de la violente éruption historique du Pico Viejo est noire, dense; elle s'étend depuis le versant sud du volcan jusqu'à la paroi même de la Cañada dans un secteur de 40°. C'est une labradorite augitique vitreuse, finement cristalline, très pauvre en phénocristaux.

Reste à discuter la question de l'âge relatif de ces divers matériaux. Le grand volcan qui constitue la caldeira s'est édifié sur les restes d'éruptions sous-marines (Téno et Anaga) dont l'âge ne peut être fixé en l'absence de tout sédiment. Ces éruptions datent probablement du Tertiaire moyen.

Les roches qui constituent les parois des Cañadas (trachyphonolites et trachytes en coulées ou en filons) me paraissent dater du début de l'époque quaternaire. Les matériaux de l'intérieur de la caldeira sont tous postérieurs à cette venue, à l'exception des rochers appelés *Roques*, qui sont contemporains des parois du grand cirque. A l'intérieur de celui-ci les formations les plus anciennes sont probablement ce que les naturels du pays ont appelé Pico Viejo.

Le pic du Teyde proprement dit s'est formé sur le versant oriental du Pico Viejo et de l'époque de son activité maximum doit dater la plus grande partie des laves phonolitiques qui recouvrent le sol de la caldeira. C'est à travers ces laves que se sont produites plus tard les éruptions qui ont édifié la Montaña Rajada, la Montaña Blanca et postérieurement divers cônes parasites (Montaña Negra, las Mostazas, Abejeras, los Tomillos, la Cruz, de las Lajas, etc.) formés de lapilli.

Le Teyde, qui est probablement en activité ininterrompue depuis le Quaternaire moyen, a fourni à une époque très moderne les laves noires andésitiques, qui forment son manteau extérieur. Enfin, la dernière éruption est celle du Chahorra, datant de 1798, qui a donné des matériaux basiques, comme toutes les éruptions historiques qui se sont produites en d'autres points de l'île.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence du Cambrien inférieur à l'ouest de Yunnan fou.* Note de M. **J. Deprat**, présentée par M. Douvillé.

Pendant une excursion en novembre 1916, j'ai pu reconnaître la présence du Cambrien inférieur dans la direction de Ta-li fou, dans une région que je n'avais encore pu aborder. Très puissant, comme dans tout le Yunnan oriental, cet étage offre la même série de grès, marnes, schistes, et grauwackes de tous genres, avec un épais horizon calcaire. A Kiong-tchou-sseu notamment, à une douzaine de kilomètres à l'ouest de Yunnan fou, j'ai retrouvé la faune géorgienne à *Redlichia chinensis* et *Palæolenus Douvillei*. Devant rentrer à Hanoï, je n'ai pu poursuivre cette étude que je comptais reprendre durant l'été de 1917. Mais un résultat important est déjà acquis : d'abord le Cambrien forme entre Ngan-ning et Yunnan fou une chaîne puissante de terrains plissés orientés Sud-Sud-Ouest Nord-Nord-Est et allant rejoindre vers le Nord la bande cambrienne que j'ai tracée sur ma carte en 1912 au nord de Ian-Kai-tseu. Cette bande relaie à l'Ouest la bande carboniférienne et permienne du Si-chann ; ensuite j'ai pu me rendre compte que le Cambrien paraît offrir une grosse extension entre Yunnan fou et Ta-li fou. Ceci est important, car une grande partie des terrains que Leclère avait signalés comme permiens à la suite de son voyage, *devront vraisemblablement rentrer dans la rubrique « Cambrien »*. Cette période paraît donc avoir accumulé dans tout le Yunnan une masse énorme de sédiments et offrir dans cette province une extension géographique très grande. D'autre part, ces nouveaux gisements géorgiens de l'Ouest paraissent, d'après mes premières recherches, devoir fournir des fossiles en bon état et abondants.

BOTANIQUE. — *Sur l'excrétion acide des racines.* Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

C'est une notion classique que les racines (du moins certaines d'entre elles, car les auteurs ne précisent généralement pas ou se bornent simplement à citer celles du Haricot et du Maïs) excrètent un liquide acide, susceptible d'agir sur les particules du sol. Pour le constater, on recommande de faire pousser les racines dans une atmosphère humide et de les faire ramper sur du papier de tournesol bleu mouillé, ce qui permet, d'une part de constater que le papier rougit, et, d'autre part, de voir, dit-on,

que l'excrétion s'effectue par les poils radicaux. En réalité, si l'on emploie une pareille méthode, on n'obtient que des résultats souvent nuls ou, tout au moins, contradictoires d'un échantillon à l'autre, ce qui fait qu'on ne peut en tirer la moindre indication nette et explique, sans doute, pourquoi on n'a publié sur la question, cependant intéressante, qu'un nombre très restreint de travaux. En examinant les choses de plus près, on ne tarde pas à voir que le procédé au papier de tournesol est beaucoup trop grossier, car, ou bien le contact entre lui et la racine ne se fait pas, ou bien, au contraire, il a lieu si intimement que la racine est lésée.

Pour obvier à ces inconvénients, j'ai modifié la technique de manière à la rendre d'une extrême sensibilité: cette technique consiste à employer de la gélose à 1 pour 100 (dans de l'eau de source, solution nutritive faible) et colorée en un beau bleu avec du tournesol. On obtient ainsi une gelée transparente qu'on peut couler dans des tubes à essais et dans laquelle les jeunes germinations s'enracinent très bien. Pour éviter l'intervention des bactéries, on stérilise les tubes à l'autoclave et l'on n'y place que des germinations obtenues aseptiquement par la stérilisation superficielle des graines, leur gonflement dans de l'eau stérilisée et leur germination sur du coton hydrophile, également stérilisé.

Les choses étant ainsi disposées, on ne tarde pas à voir le pourtour de la racine s'entourer d'une zone rose, puis celle-ci s'étendre peu à peu à presque tout le tube, indiquant la production d'un liquide acide, dont la nature (acide malique?) n'est, d'ailleurs, pas encore connue. Sur les 26 semences que j'ai mises en expérience (Ricin, Betterave, Pin pignon, Avoine, Maïs, Pois, Radis, Sarrasin gris, Sarrasin de Tartarie, Belle-de-nuit, Blé, Moutarde, Scorsonère, Cresson alénois, Lupin blanc, Chou, Soleil, Chanvre, Luzerne, Chicorée, Carotte, Oignon, Fève, Tomate, Courge, Épinard), toutes, sans exception, ont donné un résultat positif. Comme elles ont été choisies un peu au hasard dans les principaux types biologiques des plantes, il semble vraisemblable d'admettre, ce qui n'avait pas encore été montré, que *la production d'un liquide acide par les racines est un fait général*, ou, du moins, extrêmement répandu, quoique, parfois, réduit à des traces (Chou, Scorsonère, Luzerne, Carotte, Oignon).

Dans les mêmes expériences, on remarque que *cette production acide commence dès que la racine sort de la semence et se poursuit jusqu'à la fin de son existence*. Dans quelques cas, cependant, l'excrétion semble s'arrêter de bonne heure (Scorsonère, Betterave, Carotte, Oignon). Les principales différences qu'on rencontre d'une racine à l'autre tiennent à l'*intensité de*

l'acidité de l'excrétion, laquelle se constate assez vaguement, d'ailleurs, par la teinte plus ou moins rose de la gelée tournesolée. Il semble, par exemple, que cette excrétion est moins intense chez le Blé, l'Avoine, la Betterave, la Moutarde, le Chou, la Scorsonère, la Luzerne, l'Oignon, que chez le Lupin blanc, le Maïs, le Ricin, le Pois, le Soleil, la Courge, où elle est particulièrement forte. Mais ce sont là des notions qui gagneraient à être précisées par des dosages.

Pour compléter les études précédentes, j'ai effectué une autre série d'expériences en déposant une épaisse couche de gelée tournesolée sur des lames de verre et en amenant les racines à croître à sa surface, le tout étant placé dans l'air humide. Dans ces conditions, on se rend compte que, contrairement à ce que disent tous les Ouvrages classiques, *l'excrétion ne s'effectue pas par les poils radicaux*, lesquels conservent toujours leur aspect blanc, ou, tout au plus, se teintent de bleu de tournesol, lequel ne vire jamais au rosé. *L'excrétion a lieu, en réalité, par les cellules superficielles de l'écorce*, aussi bien dans la région couverte de poils absorbants que dans celle qui n'en possède pas encore (entre la pointe et la région pileuse) et dans celle qui n'en possède plus (région dénudée). Elle s'effectue, d'ailleurs, aussi bien chez les racines qui, dans la gelée, présentent des poils absorbants (Radis, Belle-de-nuit, Avoine, Cresson alénois, Courge) que chez celles qui n'en émettent pas (Maïs, Pin pignon, Moutarde, Ricin, Pois, Lupin), ce qui est une confirmation indirecte de ce que j'ai dit plus haut de la non-intervention des poils radicaux dans l'excrétion acide.

Par le même dispositif, on peut constater que la *production d'un liquide acide est particulièrement intense sur les parties superficielles de l'écorce qui ont été lésées* et qui, dès lors, se montrent en rouge foncé. C'est là un cas très fréquent et qui se comprend si l'on remarque que les racines sont revêtues de tissus très peu consistants. Il se constate particulièrement dans l'expérience classique au papier de tournesol, dont les aspérités suffisent à érafler la surface et aussi, vraisemblablement, dans le sol, dont les particules ou la surface des roches sont si souvent anguleuses. On peut aussi le provoquer expérimentalement en pratiquant de fines égratignures longitudinales superficielles avec une aiguille lancéolée. Je croirais même volontiers que les corrosions si souvent décrites (d'une manière peut-être exagérée) du fait des racines sur diverses roches (marbre, etc.) sont plutôt dues aux crevasses superficielles produisant un liquide acide de l'écorce qu'à l'excrétion naturelle de ce liquide, laquelle est presque toujours d'intensité assez faible.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la glycérine sur l'activité de l'invertine.* Note de M. Ém. **Bourquelot**, présentée par M. Moureu.

Lorsqu'à une solution aqueuse de certains glucobioses, tels que le gentiobiose ou de certains galactobioses, tels que ceux dont la synthèse biochimique a été réalisée dans mon laboratoire, on ajoute le ferment susceptible de les hydrolyser (gentiobiase, galactobiase), l'hydrolyse ne va pas jusqu'au bout : elle est, comme on le sait aujourd'hui, limitée par la réaction contraire qui croît peu à peu, à mesure qu'augmentent les produits de l'hydrolyse, jusqu'à compenser cette dernière.

Il ne paraît pas en être ainsi pour l'hydrolyse, par l'invertine, du sucre de canne en solution aqueuse. D'après plusieurs savants, et mes recherches confirment leur opinion, la réaction se poursuivrait jusqu'au dédoublement total; du moins n'a-t-on pu démontrer d'une façon certaine qu'une portion de ce sucre reste inattaquée.

On comprend d'après cela qu'on n'ait pas réussi (et j'ai fait moi-même sur ce point de nombreux essais infructeux) à effectuer la synthèse du sucre de canne en faisant agir l'invertine dans des solutions aqueuses des composants de ce sucre : glucose et lévulose, alors que nous avons, mes collaborateurs et moi, effectué, par le même procédé, la synthèse d'autres disaccharides analogues. Je suis convaincu, cependant, que l'invertine aussi bien que les ferments qui nous ont servi dans ces synthèses, et que les ferments des glucosides et des galactosides d'alcools, possèdent des propriétés hydrolysantes et synthétisantes.

Mais on peut se demander si l'équilibre propre à l'action de l'invertine dans l'eau n'est pas, à cause de cette eau, tellement rapprochée de la fin de l'hydrolyse qu'elle paraît se confondre avec elle.

Dans cette hypothèse, il était tout indiqué de chercher à réaliser la synthèse biochimique du sucre de canne non plus dans l'eau, mais dans un liquide indifférent, capable de dissoudre le glucose et le lévulose, sans qu'il fût besoin de l'additionner d'eau.

La glycérine m'a paru remplir ces conditions : elle dissout les deux sucres et l'on peut, si on le juge à propos, l'additionner de minimes quantités d'eau. Il fallait seulement employer une invertine ne renfermant pas de glucosidase, sans quoi il se fût formé des polyglucoses, ce qui eût com-

pliqué les résultats. Précisément, l'invertine qui me sert depuis longtemps pour la recherche du sucre de canne dans les plantes, et qui est obtenue en partant de la levure haute tuée par l'alcool, est dans ce cas.

On a d'abord opéré sans addition d'eau. A une solution de poids égaux de glucose et de lévulose dans de la glycérine neutre, chimiquement pure, on a ajouté de l'invertine et l'on a abandonné le mélange pendant plus d'un mois à la température du laboratoire : il n'y a pas eu de réaction synthétisante. On a opéré ensuite avec la même glycérine additionnée de 2 et de 3 pour 100 d'eau : les résultats ont été également négatifs.

On a alors essayé l'expérience au point de vue hydrolytique, ajoutant de l'invertine à une solution de sucre de canne dans le même véhicule additionné ou non de 2 ou 3 pour 100 d'eau. Comme on pouvait s'y attendre, il n'y a pas eu d'hydrolyse.

Avant d'aller plus loin, il était nécessaire de savoir si la glycérine pouvait par elle-même affaiblir l'activité de l'invertine.

A cet effet des expériences d'hydrolyse pour lesquelles on a fait varier les proportions de glycérine ont été instituées comme il suit :

Saccharose	4^g
Solution d'invertine	10^{cm^3}
Glycérine pure, de 0^{cm^3} à	50^{cm^3}
Eau distillée, q. s. p. f.	100^{cm^3}
Toluène	xxx gouttes

La solution d'invertine a été préparée en faisant macérer dans de l'eau distillée, pendant 15 heures, de la levure haute tuée par l'alcool à 95^c et desséchée. On a fait dissoudre le saccharose dans 15^{cm^3} d'eau; on a ajouté la glycérine, puis la solution d'invertine; après quoi, on a complété avec de l'eau le volume de 100^{cm^3} et ajouté le toluène. On a mélangé et abandonné à la température du laboratoire; celle-ci a atteint durant certains jours 22°,5 pour descendre dans les derniers temps à 14° et même à 13°.

Pour apprécier les progrès de l'hydrolyse, on a examiné au polarimètre ($l = 2$), à des intervalles convenables, les mélanges filtrés. Les résultats de ces observations sont rassemblés dans le Tableau suivant :

Durée de la réaction.	Volume de glycérine pure pour 100cm³ du mélange :				
	0cm³.	10cm³.	20cm³.	30cm³.	50cm³.
	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
0 heure	+5.16	+5.16	+5.16	+5.16	+5.16
6 »	+3.56	+4.38	+4.48	+5.10	+5.12
22 »	+2.10	+3.38	+4.18	+4.54	+5. 4
46 »	+0.32	+2.36	+3.38	+4.30	+4.58
4 jours........	—1. 2	+1.16	+2.40	+3.52	+4.48
6 »	—1.30	+0.22	+1.50	+3.22	+4.42
7 »	—1.38	+0. 4	+1.36	+3. 6	»
9 »	—1.38	—0.30	+1.	+2.36	+4.30
12 »	»	—0.56	+0.26	+2. 6	»
18 »	»	—1.22	—0.14	+1.20	»
26 »	»	—1.38	»	»	+3.46
27 »	»	—1.40	—0.52	+0.32	»
30 »	»	—1.40	—1. 2	+0.22	»
34 »	»	»	—1. 8	+0.10	+3.30

Ces résultats montrent nettement que l'activité de l'invertine est affaiblie par la glycérine, l'affaiblissement étant d'autant plus fort que la proportion de glycérine est plus élevée. Sans glycérine, l'hydrolyse était complète en 7 jours; tandis qu'en présence de 10 pour 100 en volume de glycérine, il a fallu 27 jours environ pour arriver au même résultat, et que le 27e jour, dans le mélange à 50 pour 100 de glycérine, l'hydrolyse n'avait atteint que 21,6 pour 100 du sucre. Reste à savoir si cet affaiblissement est dû à une destruction progressive du ferment ou une action empêchante particulière de la glycérine.

BACTÉRIOLOGIE. — *L'emploi de l'eau de Javel du commerce dans le traitement des plaies infectées.* Note de M. **Cazin** et Mlle **S. Krongold**, présentée par M. Roux.

Ainsi que M. Borrel l'a montré expérimentalement, les spores contenues dans la terre de jardin, plongées dans des dilutions d'eau de Javel au $\frac{1}{10}$, au $\frac{1}{100}$ et au $\frac{1}{1000}$. après une demi-heure de contact, ne donnent plus de culture dans la gélose Veillon, tandis qu'elles cultivent encore dans le bouillon; mais, après trois heures de contact, elles se montrent stériles même dans ce dernier milieu.

L'eau de Javel employée contenait 27g,163 de chlore actif et 23g,7 de

soude par litre. Partant de ce fait expérimental, nous avons adopté, pour nos solutions antiseptiques d'emploi chirurgical, l'eau de Javel diluée dans la proportion de 15g pour 1l d'eau stérilisée. Dans une Communication antérieure à l'Académie des Sciences [1], nous avons signalé le haut pouvoir bactéricide de cette solution d'eau de Javel à 15 pour 1000, parfaitement tolérée par les tissus même en applications continues. Depuis, nous avons enregistré les résultats de 510 cas de blessures traités par la solution d'eau de Javel (à 15 pour 1000), à l'hôpital de l'École Polytechnique (ambulance de Mme Messimy) depuis le mois de septembre 1915 jusqu'au mois de juin 1917, et, par un grand nombre d'examens bactériologiques de plaies, nous avons démontré son action spécifique sur un groupe de bactéries : anaérobies. Ces 510 cas comprennent :

155 fractures compliquées ou fractures articulaires, avec grands délabrements, mortification et nécrose plus ou moins étendue des tissus.

286 plaies très infectées des parties molles, vastes arrachements musculaires par projectiles ayant pénétré profondément, parfois avec section de vaisseaux importants.

44 amputés venant de la zone des armées avec des plaies opératoires suppurées. Il s'agissait des malades infectés, affaiblis par une suppuration antérieure grave et souvent prolongée (lambeaux de qualité douteuse, fusées purulentes dans les gaines tendineuses et les loges musculaires, etc.).

25 blessés, porteurs de plaies multiples, sétons des parties molles, plaies plus ou moins superficielles des masses musculaires, fragments de projectiles et débris vestimentaires, quelquefois avec un léger dégagement gazeux à l'ouverture de la plaie.

Parmi ces 510 blessés il y a eu seulement 3 morts; un porteur de plaies multiples par éclats d'obus est mort du tétanos 8 jours après son entrée à l'hôpital; un autre, porteur d'une fracture compliquée de jambe avec plaies très infectées par éclats d'obus, est mort 48 heures après l'amputation; le troisième, arrivé sans pouls avec des blessures multiples des membres inférieurs et du bassin par éclats d'obus, est mort le dixième jour à la suite d'un ictère grave. Sur les 507 autres blessés graves ou sérieux, tous guéris, deux amputations ont été faites à cause de l'étendue des lésions et non en raison de leur septicité. 33 blessés au moins, malgré les lésions vasculaires qu'ils présentaient et l'état d'attrition des muscles, n'ont pas fait de gangrène gazeuse.

L'emploi de l'eau de Javel du commerce diluée, dans le traitement des plaies infectées, a été dit inutilisable à cause de ses propriétés irritantes ou

---

(1) M. Cazin et Mlle S. Krongold, *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 89.

caustiques. M. Daufresne ([1]) croit même l'avoir démontré expérimentalement par l'action sur les tissus. Or, nous avons comparé l'action sur la peau humaine de la solution de Dakin, de l'hypochlorite de soude chirurgical de Daufresne ([2]) et de l'eau de Javel du commerce ramenée par dilution au titre de 0,50 pour 100 d'hypochlorite de soude qui est celui de la solution de Dakin et du liquide de Daufresne. Nous avons constaté, comme M. Daufresne, que la solution d'eau de Javel à $0^g,50$ pour 100 d'hypochlorite de soude, altère la peau. Ce n'est pas cette dilution à $0^g,50$ pour 100 que nous utilisons pour l'usage chirurgical, mais bien la solution contenant 15^g d'eau de Javel par litre d'eau et renfermant seulement $0^g,427$ d'hypochlorite de soude pour 1000, soit 12 fois moins que les liquides de Dakin ou de Daufresne. Notre dilution d'eau de Javel mise en contact avec des fragments de peau n'altère nullement celle-ci même après un contact de 24 heures, tandis que la même peau est sensiblement modifiée si elle reste 2 heures dans la solution de Dakin ou de Daufresne. Les coupes histologiques démontrent l'action nuisible des liquides contenant $0^g,50$ pour 100 d'hypochlorite de soude.

Le tableau ci-dessous résume les résultats de nos expériences. Tous les essais ont été faits sur 3^{dg} de peau humaine pour 100^{cm^3} de solution.

Durée de contact. — Après	Solution Dakin. Hypochlorite Daufresne. Eau de Javel à 0,50 pour 100 d'hypochlorite.	Eau de Javel à 15 pour 1000 contenant $0^g,427$ pour 1000 d'hypochlorite.	Eau de Javel à 10 pour 1000.
	État de la peau.		
2 heures	Décoloration, derme gonflé, début d'exfoliation de l'épiderme, gélification partielle.	Aspect sain	Aspect sain
4 »	Histolyse et exfoliation avancées. Gélification plus complète.	»	»
24 »	Dissociation totale de l'épiderme, gélification complète, digestion partielle du fragment.	Légère décoloration	Décoloration imperceptible

([1]) La *Presse médicale*, 23 octobre 1916, p. 474-476.

([2]) Les hypochlorites de Dakin et de Daufresne ont été préparés et titrés avec grand soin par M. Travers, de l'Institut Pasteur.

Durée de contact. — Après	Solution Dakin, Hypochlorite Daufresne, Eau de Javel à 0,50 pour 100 d'hypochlorite.	Eau de Javel à 15 pour 1000 contenant 0g,427 d'hypochlorite et à 10 pour 1000.
	Examen histologique de la peau.	
24 heures	Destruction totale de l'épiderme et de la couche dermo-papillaire. Les faisceaux du tissu conjonctif du derme mortifiés et partiellement dissociés, quelques glandes sébacées.	Derme et épiderme parfaitement normaux avec glandes sudoripares profondes, glandes sébacées et poils.

Conclusions. — La solution antiseptique d'eau de Javel à 15 pour 1000, contenant 0g,427 d'hypochlorite, a fait ses preuves sous nos yeux. En raison de son maniement simple, nous pensons qu'il serait utile pour les blessés que son emploi se généralisât. La solution de Dakin s'est montrée irritante et son action bactéricide, au point de vue pratique de la désinfection des plaies, inférieure à celle de l'eau de Javel à 15 pour 1000. Nous croyons devoir attribuer les propriétés caustiques du liquide de Dakin à la trop grande proportion de l'hypochlorite de soude.

CHIRURGIE. — *Sur le traitement des plaies de guerre par l'action combinée des radiations visibles et ultraviolettes.* Note [1] de MM. **Charles Benoit** et **André Helbronner**, présentée par M. Dastre.

L'action favorable des rayons solaires pour le traitement des plaies est bien connue. En nous basant sur le fait, nous avons cherché à combiner à l'action des rayons visibles, qui constitue la presque totalité du spectre solaire, l'action spécifique additive d'une proportion importante de rayons à courte longueur d'onde, c'est-à-dire de rayons ultraviolets.

La source lumineuse employée a été la lampe à mercure Cooper-Hewitt, très riche en rayons photochimiques. Nos expériences ont été poursuivies depuis plus de deux ans; plusieurs centaines de cas ayant été traités, il est permis d'en induire les résultats probants exposés ci-dessous.

1° *Plaies atones ou ulcérées.* — Il importe, pour leur traitement, de réveiller la vitalité du milieu et d'en modifier la surface. A cet effet, la

(1) Séance du 15 septembre 1917.

lampe est placée à petite distance ou même au contact de la plaie, en intercalant toutefois un écran à double lame de quartz qui, par une circulation d'eau, évite l'échauffement. La durée d'irradiation sera de 2 à 3 minutes pendant deux ou trois jours. On laisse ensuite reposer la plaie pendant deux jours (pansement : gaze aseptique sèche tous les jours).

La plaie en évoluant passe rapidement du grisâtre au rouge brun, puis au rouge vif. La suppuration est inodore dès le deuxième jour, et diminue après le sixième jour. Des plaies datant de plusieurs mois, rebelles à tout traitement ou topique, ont été transformées en une quinzaine de jours en plaies franches et vivaces.

2° *Plaies récentes à vaste surface.* — Il importe, pour leur traitement, d'employer des irradiations d'intensité moyenne s'étendant à la fois, à la plaie elle-même et à la plus grande partie possible des téguments voisins. Les deux premiers jours, l'appareil est placé à 50^{cm} pendant 2 à 3 minutes. On accoutume ainsi les téguments en évitant les érythèmes. On diminue ensuite progressivement la distance à 40^{cm}, puis 30^{cm}; en augmentant par contre la durée de l'irradiation jusqu'à 10 minutes (pansements secs stérilisés). La suppuration est abondante dès le début, l'irradiation provoquant une phagocytose très active. Le pus, d'abord riche en micro-organismes, n'en renferme plus vers le septième jour que 2 à 4 par champ microscopique. La suppuration disparaît ensuite presque complètement. La plaie est alors inodore, indolore, sans bourgeons exubérants.

L'action ultraviolette dans tous ces cas s'est montrée cicatrisante, stérilisante et analgésiante au plus haut point. Les gains obtenus pour la durée de la cicatrisation ont varié suivant les cas de 50 à 60 pour 100.

Le processus de cicatrisation résultant de l'action ultraviolette est tout particulier. Non seulement les cicatrices sont souples, sans adhérences et sans indurations chéloïdiennes, mais encore, au lieu d'une cicatrice fibreuse comblant peu à peu la surface, on constate le rétrécissement progressif de celle-ci, au point que des plaies de 5^{cm} à 10^{cm} de diamètre se sont résolues en cicatrices ne dépassant pas parfois 1^{cm} de diamètre.

En même temps que les irradiations locales, on a toujours effectué simultanément des irradiations plus étendues, ou même donné des bains de lumière complets, avec comme résultats une amélioration remarquable dans l'état général : l'appétit augmente avec les forces, la circulation sanguine activée favorise la disparition des œdèmes, des raideurs, des troubles trophiques.

3° *Traitement des fractures.* — Les fractures sont très heureusement influencées par l'ultraviolet.

Dans les *fractures fermées*, l'exaltation de la vitalité produite dans le membre largement irradié provoque une consolidation rapide et un cal solide. Des fractures non consolidées depuis plusieurs mois ont donné un cal résistant après 25 à 30 jours de traitement.

Dans les *fractures ouvertes*, le traitement par l'ultraviolet facilite une plus rapide détersion des foyers, accélère l'élimination des esquilles et aide à la consolidation.

A 16 heures l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

Rapport *du Conseil de la* Fondation Loutreuil.

(Membres du Conseil : MM. d'Arsonval, Émile Picard, Jordan, Le Chatelier, le Prince Bonaparte; A. Lacroix, rapporteur.)

Pour la troisième fois, le Conseil de la Fondation Loutreuil vient faire connaître à l'Académie les subventions qu'il a attribuées sur les fonds disponibles; pour la troisième fois, ses travaux ont été effectués en temps de guerre, enfin les pouvoirs de ceux de ses membres qui sont élus par l'Académie (pour une période triennale) arrivent à expiration. Il a paru au rapporteur que ces diverses circonstances lui imposaient le devoir de présenter en premier lieu quelques remarques, les unes d'ordre général, les autres déterminées par les circonstances actuelles.

M. Loutreuil a été très large et en même temps très explicite dans la définition des buts de sa fondation.

« Le revenu annuel sera consacré à encourager, dans les établissements de haute culture scientifique de Paris et de province (autres que les Universités), ainsi que par les savants et chercheurs libres, indépendants de ces établissements : le progrès des sciences de toute nature; la création

et le développement de l'outillage des laboratoires; le développement des collections, bibliothèques et publications savantes; les recherches et les voyages scientifiques; la création de cours d'enseignement et à permettre de donner des allocations pécuniaires à des savants, attachés ou non à ces établissements et dont les ressources sont souvent inférieures à leur mérite. »

Ce n'est certainement pas sans intention que dans cette énumération, « *le progrès des sciences de toute nature* » a été placé en première ligne; aussi est-ce avec la certitude d'entrer dans les vues du généreux donateur que le Conseil eût été heureux de pouvoir aider surtout des recherches originales. Il a eu le regret de constater que jusqu'ici les demandes concernant des travaux à exécuter sur un programme bien défini n'ont été présentées qu'en nombre infime. Depuis trois ans, le plus grand nombre des demandes ont eu pour objet des constitutions ou des perfectionnements d'outillage, plus souvent destinés à l'enseignement qu'à un travail personnel. Les heures tragiques que nous vivons sont sans doute pour quelque chose dans cette disposition regrettable; nous espérons qu'elle s'atténuera dans l'avenir.

Nous avons relevé dans plus d'une demande cette impression qu'une subvention accordée à un établissement constituait une sorte de droit pour les établissements similaires à recevoir ultérieurement des subventions d'une valeur au moins équivalente; une demande renferme même l'expression de « compensations dues ». C'est là une erreur qu'il importe de dissiper.

En instituant le comité consultatif et en désignant ceux des établissements publics qui doivent y être représentés d'une façon permanente, M. Loutreuil n'a pas entendu conférer à ces établissements un droit à de périodiques subventions; il a voulu seulement faire bénéficier sa fondation de la compétence de ces grands établissements, leur donner une marque de sa confiance et de son estime et aussi leur assurer des facilités particulières pour la défense de leurs intérêts, mais il n'a en aucune façon voulu faire de la Caisse de la Fondation Loutreuil le prolongement de leur budget normal.

Le règlement approuvé par l'Académie impose aux bénéficiaires de subventions l'obligation de faire connaître dans le délai d'un an quel emploi ils ont fait des sommes accordées; tous les bénéficiaires, à beaucoup près, n'ont pas rempli ce devoir et parmi ceux qui y ont satisfait, beaucoup se

sont contentés de déclarer qu'en raison des circonstances, de l'augmentation du prix des matières premières, de la raréfaction de la main-d'œuvre, les appareils projetés n'ont pu être construits, l'exécution du programme subventionné étant ainsi remis à l'après-guerre. Tout cela se comprend, mais il a paru au Comité consultatif et aussi au Conseil qu'il n'y avait pas lieu de répéter l'expérience et qu'il était opportun de repousser, jusqu'à nouvel ordre, les demandes de subventions comportant l'achat d'appareils, à moins que des garanties spéciales ne soient fournies sur la possibilité de réaliser immédiatement leur construction.

Enfin, alors que toute la jeunesse studieuse et un grand nombre de savants d'âge mûr combattent ou travaillent pour la défense nationale, il n'a pas semblé désirable d'engager la totalité des crédits mis à notre disposition en faveur de ceux que leur âge retient loin du front.

Une fois la paix venue, des besoins nouveaux, des besoins considérables, auxquels les finances publiques ne pourront satisfaire, surgiront de toutes parts; il faut dès à présent constituer des réserves pour cet avenir que nous espérons victorieux et prochain.

Telles sont les causes pour lesquelles la liste des subventions accordées cette année a été très réduite.

I. — *Demande des Établissements désignés par le testament.*

1° *Muséum national d'Histoire naturelle.* — 3000fr à M. le professeur **Louis Roule** pour l'achèvement de ses recherches sur les migrations des Salmonidés.

L'an dernier, une subvention a été accordée à ce savant pour étudier la migration de ponte et le repeuplement du saumon dans nos rivières de Bretagne. La question est importante au double point de vue de la biologie pure et de la pratique. M. Roule a pu montrer que dans le nord-ouest de la France, contrairement aux opinions anciennes, les migrations reproductrices sont de plusieurs types, que les reproducteurs ne pondent habituellement qu'une fois, qu'ils sont attirés uniquement vers les eaux contenant un maximum d'oxygène dissous, que la première croissance, en eau douce, dure de un à deux ans et la seconde croissance, en mer, de trois à quatre ans en moyenne. Cette nouvelle subvention permettra à M. Roule d'achever ce travail dans les rivières à saumon du midi de la France et de continuer

ses recherches sur les causes de l'absence de ce poisson dans les bassins fluviaux méditerranéens ainsi que de l'échec des tentatives de peuplement qui y ont été faites.

2° *Conseil central des Observatoires.* — 8000^{fr} à l'**Observatoire de Lyon**, pour l'installation d'une ligne téléphonique.

L'Observatoire de Lyon a des besoins de bien des sortes. En particulier, les recherches météorologiques doivent y entrer dans les voies nouvelles; l'annexion à l'Observatoire de Saint-Genis-Laval et à celui du parc de la Tête d'Or d'un observatoire de montagne peut donner d'importants résultats; c'est pour relier téléphoniquement avec Saint-Genis la station que M. Jean Mascart, directeur de ces Observatoires, organise au Mont Pilat, que la subvention est accordée.

1500^{fr} à M. **Henry Bourget**, directeur de l'Observatoire de Marseille, pour aider à la publication du *Journal des Observateurs*.

Cette entreprise a non seulement un intérêt astronomique, mais encore un intérêt national. En dépit des difficultés résultant de la guerre, ce journal progresse, son programme se précise et il n'est pas douteux qu'il ne soit appelé à rendre aux astronomes les plus grands services; il leur en rend déjà. Les circonstances actuelles ne lui permettent pas de se passer d'une subvention : nous avons la certitude que celle que nous lui donnons sera bien employée.

3° *École Polytechnique.* — 1000^{fr} à M. le professeur **A. Colson** pour ses recherches de Chimie physique sur la particule dissoute et le contrôle expérimental des théories relatives aux dissolutions.

Cette subvention a les mêmes motifs que celle accordée l'année dernière; elle aidera ce savant à achever ses travaux.

4° *École nationale vétérinaire de Lyon.* — 5000^{fr} à cet établissement pour la constitution d'une installation radiologique.

Une telle installation est d'une importance primordiale pour le diagnostic des maladies des animaux, aussi bien que pour les recherches anatomiques et physiologiques. Grâce à cette subvention, l'École pourra se procurer un matériel dont il est privé et que ses ressources normales ne lui permettraient pas d'obtenir avant longtemps.

350^{fr} à M. le professeur **Charles Porcher**.

Cette petite subvention a pour but de compléter celle de 850fr accordée l'année dernière pour l'achat d'appareils destinés à des recherches sur le lait; la hausse sur toutes choses l'a rendue nécessaire.

5° *École nationale vétérinaire de Toulouse.* — 5000fr à cet établissement pour l'achat d'un appareil de projection automatique à enregistrement permettant l'utilisation de films cinématographiques.

L'intérêt de cet appareil au point de vue de l'enseignement est incontestable, soit pour l'étude du mouvement normal des animaux et pour celle des allures anomales, des boiteries, etc., soit pour des démonstrations d'obstétrique, d'opérations chirurgicales, etc.

Toutes les demandes précédentes ont été examinées et transmises avec avis favorable par le Conseil des établissements intéressés qui est le répondant de chacun des bénéficiaires.

II. — *Demandes des Établissements appelés au Conseil consultatif par le Président de l'Académie.*

1° *Conservatoire des Arts et Métiers.* — 5000fr à M. le professeur **Léon Guillet** pour l'organisation d'un laboratoire de métallographie.

L'application des méthodes minéralogiques à l'étude de la structure des métaux et en particulier des aciers n'a pas seulement fourni aux théoriciens des vues nouvelles sur la constitution des alliages métalliques; elle a donné aussi de précieux résultats pratiques. Le microscope est devenu pour les métallurgistes un guide sûr qui n'a pas tardé à prendre une importance capitale dans les usines. Il est indispensable de vulgariser les méthodes, de les mettre à la disposition du plus grand nombre. C'est dans cette intention que M. Guillet, dont la compétence en cette matière est bien connue, se propose de créer au Conservatoire une installation destinée au public nombreux qui suit son enseignement. M. Guillet est un homme de réalisation qui, malgré les difficultés présentes, exécutera sans retard le programme exposé; c'est sur cette assurance donnée par M. Le Chatelier que la subvention est accordée.

III. *Demandes adressées directement.*

1° 5000^{fr} à MM. Charles Alluaud et le Dr R. Jeannel, chargés de missions scientifiques.

Les naturalistes qui vont au delà des mers faire des explorations scientifiques trouvent assez facilement des concours officiels grâce auxquels ils peuvent mener à bien leurs recherches sur le terrain, mais lorsqu'il s'agit de publier le résultat de leurs efforts, ils se heurtent le plus souvent à des difficultés considérables, les administrations qui les ont aidés au départ se désintéressant trop souvent des résultats obtenus. Ils ont donc besoin d'un secours extérieur.

MM. Alluaud et Jeannel ont exploré les trois grands massifs montagneux de l'Afrique orientale : Kilimandjaro, Kenya, Ruwenzory, ils sont actuellement à même de faire connaître la description des nombreux matériaux recueillis par eux. Ils ont commencé la publication de la zoologie qui comprendra huit volumes, constitués par des fascicules indépendants. Chacun d'eux doit être consacré à un groupe spécial dont l'étude a été confiée aux meilleurs spécialistes. Quarante-trois fascicules ont vu le jour déjà, grâce surtout à une subvention du Fonds Bonaparte. La somme que nous accordons aujourd'hui à MM. Alluaud et Jeannel leur servira à l'impression d'une série de fascicules nouveaux consacrés à l'entomologie. Les membres de la Section de Zoologie ont été unanimes à insister sur l'intérêt que présente cette publication.

2° 1000^{fr} à M. Henri Blondel.

Depuis plusieurs années, M. Blondel apporte une importante contribution aux déterminations des éléments des orbites des planètes faites à l'Observatoire de Marseille sur l'initiative de MM. L. Fabry et H. Bourget et au calcul de leurs éphémérides. M. Blondel est un travailleur bénévole non rétribué; la subvention, qui a été demandée pour lui par M. Bigourdan, lui servira à l'acquisition d'une machine à calculer et de livres indispensables à la continuation de son travail.

3° 5000^{fr} à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie.

Cet Institut, dont la création date de quelques années, est rattaché pour ordre au Collège de France. La subvention accordée sera employée à la

réfection des analyses concernant la chimie et la biologie des eaux minérales de France. Ce travail, déjà commencé dans les laboratoires dirigés par MM. Moureu, d'Arsonval, Bordas, a dû être interrompu, la guerre ayant privé l'Institut d'Hydrologie des fonds que lui allouaient nos grandes stations thermales. Il importe que cette œuvre se poursuive sans arrêt en vue de l'après-guerre pour que les stations thermales françaises puissent rendre tous les services que l'on attend d'elles. Cette demande a été défendue par M. d'Arsonval.

4° 2000^{fr} à MM. **R. Ledoux-Lebard** et **A. Dauvillier**, pour leurs recherches sur les rayons X.

Ces deux savants ont publié dans les *Comptes rendus* de l'Académie une série de Notes intéressantes sur la physique des rayons X très pénétrants et sur les applications biologiques et médicales de ces rayons. Ces recherches sont le résultat de l'initiative privée, elles demandent, pour être continuées, une instrumentation perfectionnée que la présente subvention, recommandée par M. d'Arsonval, permettra d'obtenir.

5° 2000^{fr} à M. **A. Paillot**, directeur de la Station entomologique de Bourgogne, pour l'achat d'un matériel destiné à des recherches bactériologiques.

Depuis 1912, M. Paillot a abordé l'étude des microbes des insectes, domaine scientifique encore à peine exploré. Les recherches déjà publiées par ce biologiste sur les microbes du hanneton et des chenilles font pressentir que la flore microbienne des insectes est d'une extrême richesse et d'une grande complication. Son étude jettera un jour nouveau sur la biologie de ces infiniment petits; elle conduira à la spécification des *microbes utiles*, ceux qui sont parasites d'insectes nuisibles aux plantes cultivées, et aussi les *microbes nuisibles* qui vivent en parasites dans les insectes utiles. Après avoir travaillé à l'Institut Pasteur de Paris et à l'Institut bactériologique de Lyon, M. Paillot doit continuer ses études dans la nouvelle station entomologique, récemment organisée à Saint-Genis-Laval près de Lyon; il lui faut créer de toutes pièces l'installation et l'outillage nécessaires. MM. Bouvier et Marchal se sont intéressés à cette demande.

6° 1000^{fr} à M. **J. de Thézac** pour des recherches sur le traitement des ulcères variqueux et tuberculeux.

M. de Thézac est une figure sympathique, c'est un humanitaire qui a consacré sa vie et la totalité de ses ressources à soulager les misères et à moraliser les pêcheurs bretons; il a fondé et il dirige dans ce but onze Abris du Marin en Bretagne ; il a eu l'occasion de constater la fréquence des ulcères variqueux et tuberculeux chez ses pensionnaires. Il s'est livré à de patientes recherches pour les atténuer et les guérir; elles l'ont amené à constater que ce résultat peut être obtenu par un traitement héliothérapique à l'aide de lentilles très larges et à très long foyer. Faute de ressources, il a dû jusqu'ici opérer avec un matériel de fortune; M. Yves Delage, qui a vu M. de Thézac à l'œuvre, a pu apprécier la valeur du traitement, effectué en grande partie avec des appareils qu'il lui a prêtés. Notre confrère a chaudement recommandé cette demande qui a été accueillie avec sympathie.

7° 3000^{fr} à MM. **Albert Portevin**, ingénieur des Arts et Manufactures, chef de travaux à l'École centrale et **Marcel Garvin**, ancien élève de l'École polytechnique, adjoint au chef des travaux pratiques de Mécanique de cet établissement, pour des recherches sur le choc des corps.

L'objet de ces recherches sera l'étude expérimentale des phénemènes qui se produisent dans le choc des corps solides : déformations permanentes au point de choc ; mouvements vibratoires dont l'énergie ne peut pas être récupérée sous forme de mouvements du centre de gravité; éventuellement dégradation d'énergie accompagnant tout transport d'énergie d'un point à un autre d'un même corps. Ces études visent une application pratique très importante concernant la mesure de la dureté des aciers par la perte de force vive qui se produit dans leur choc par une pointe de diamant. MM. Portevin et Garvin sont de jeunes ingénieurs qui se sont fait connaître déjà par des recherches originales ; ils ne rencontreront aucune difficulté pour trouver le local nécessaire à leurs recherches, mais il leur faudra y installer les appareils indispensables. M. Le Chatelier se porte leur garant.

Les subventions accordées s'élèvent à la somme de 47850^{fr} ; nous en donnons la récapitulation dans le Tableau suivant :

1° Établissements désignés par le testament Loutreuil.

Muséum national d'Histoire naturelle	MM.	Roule	3000 fr
Observatoire de Lyon			8000
Observatoire de Marseille		Bourget	1500
École Polytechnique		Colson	1000
École vétérinaire de Lyon			5000
»		Porcher	350
École vétérinaire de Toulouse			5000

2° Établissements admis par le Président.

Conservatoire des Arts et Métiers	M.	Guillet	5000

3° Demandes directes.

MM.	Alluaud et Jeannel	5000
	Blondel	1000
	Institut d'Hydrologie et de Climatologie	5000
	Ledoux-Lebard et Dauvillier	2000
	Paillot	2000
	de Thézac	1000
	Portevin et Garvin	3000
	Total	47850

La séance est levée à 16 heures et quart.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de juin 1917.

Deux conférences sur la nomographie, par Maurice d'Ocagne : I. *Principes de nomographie;* II. *Application des nomogrammes à alignement aux différents cas de résolution des triangles sphériques.* Extrait de *L'Enseignement mathématique* (15 novembre 1916 et janvier-mars 1917). Paris, 1917; 1 fasc. in-8°.

Solution d'un problème remarquable relatif à la nouvelle table de diviseurs des nombres, par Ernest Lebon. Extrait des *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei* (1er avril 1917). Rome, Pio Befani, 1917; 1 fasc. in-8°.

Recherches analytiques sur les carrés magiques, par le Dr Prompt. Paris, Gauthier-Villars, 1917; 1 fasc. in-8°.

La presse clandestine dans la Belgique occupée, par Jean Massart. Paris-Nancy, Berger-Levrault, 1917; 1 vol. in-8°.

Canada. Ministère des mines. *Rapport sur les dépôts salifères du Canada et l'industrie du sel*, par L. Heber Cole. Ottawa, Imprimerie du Gouvernement, 1917; 1 vol. in-8°.

Canada. Ministère des mines. *Ressources du Canada en pétrole et en gaz naturel*, par Frederick G. Clapp et autres, vol. I. Ottawa, Imprimerie du Gouvernement, 1917; 1 vol. in-8°.

La vie et la lumière, par Raphaël Dubois. Paris, Félix Alcan, 1914; 1 vol. in-8°.

Iowa geological Survey. Vol. XXV. *Annual report*, 1914, *with accompanying papers*. Des Moines, Iowa geological Survey, 1916; 1 vol. in-4°.

L'alimentation de la France et les ressources coloniales ou étrangères, par Daniel Bellet. Paris, Félix Alcan, 1917; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Armand Gautier.)

Annales de l'Université de Lyon. Fasc. 40. *Monographie de la faune de mammifères fossiles du ludien inférieur d'Euzet-les-Bains* (*Gard*), par Charles Depéret. Lyon, Rey, et Paris, J.-B. Baillière, 1917; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube. Tome LIII, 2e série; année 1916. Troyes, J.-L. Paton, 1917; 1 vol. in-8°.

La science et la navigation; — Le naufrage de la « Méduse », à propos de son centenaire, par E. Doublet. Bordeaux, Gounouilhou, 1917; 2 fasc.

Rapport sur les concours de réglage de chronomètres de l'année 1916; — *Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année* 1915; — *Résumé météorologique de l'année* 1915 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard*, par Raoul Gautier. Genève, Société générale d'imprimerie, 1916; 3 fasc.

De l'extraction de quelques projectiles à l'aide de l'électro-vibreur du prof. Bergonié, par le Dr Laurent Moreau. Extrait des *Archives d'électricité médicale et de physiothérapie* (mars 1917). Bordeaux, 1917; 1 fasc.

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, prince souverain de Monaco; fasc. L : *Crustacés décapodes* (*macroures marcheurs*) *provenant des campagnes des yachts « Hirondelle » et « Princesse-Alice »* (1885-1915), par E.-L. Bouvier. Imprimerie de Monaco, 1917; 1 vol. in-4°. (Présenté par le prince de Monaco.)

Universidad de Montevideo. Facultad de medicina y ramas anexas. *Horario de oficinas y horario y programas de los cursos del año* 1917. Montevideo, Imprenta nacional, 1917; 1 fasc.

Indice general de lo contenido en las publicaciones de la real Sociedad española de historia natural. Madrid, Museo nacional de Ciencias naturales, 1917; 1 fasc.

États-Unis. Sénat. *Report of the national Academy of sciences for the year* 1916. Washington, Government printing office, 1917; 1 fasc.

Collected papers from the research laboratory Parke, Davis and Co. Detroit, Mich. Dr E.-M. Houghton, director. Reprints-Volume 4, 1916; 1 vol. in-8°.

Transactions of the royal Society of Edinburgh. Vol. LI, parts II and III. Edinburgh, 1917; 2 vol. in-f°.

Matériaux pour la carte géologique de la Suisse; nouvelle série, XXXe livraison : *Les Hautes-Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander*, par Maurice Lugeon. Berne, A. Francke, 1916; 1 vol. in-4°.

Annalen der schweizerischen meteorologischen Zentral-Anstalt, 1915. Zürich, Zürcher und Furrer, 1916; 1 vol. in-f°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 OCTOBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Au début de la séance M. le **Président** annonce en ces termes le décès de M. *Dastre :*

Mes chers Confrères,

Il y a quinze jours notre Confrère **Albert Dastre** assistait à notre séance plein de vie et avec l'allure de jeunesse que vous lui connaissiez. Le lendemain, comme il traversait le quai du Louvre pour se rendre à l'Académie de Médecine par le pont des Saints-Pères, un camion militaire arrivant à fond de train le renversait, lui broyait une jambe; on le relevait évanoui et on le transportait à l'hôpital de la Charité où il est mort, il y a juste huit jours, de pneumonie ayant à peine, durant quelques heures, repris sa connaissance.

Tous ceux qui ont connu Albert Dastre savent combien est grande la perte qu'ont faite en lui la Science, l'Enseignement supérieur, l'Académie des Sciences et l'Académie de Médecine. Il a été inhumé à Ermont où il habitait et où il avait exercé les fonctions de premier magistrat de la commune. Mais auparavant une cérémonie funèbre avait eu lieu à la Charité, où des discours ont été prononcés par M. le Dr Delezenne au nom de l'Académie de Médecine, par M. le professeur Houssay au nom de la Sorbonne, par M. Linossier au nom de la Société de Biologie qu'il avait présidée depuis sept ans et par un membre de l'Association des étudiants.

Dastre avait été mon condisciple à l'École Normale supérieure; comme étant celui des Membres de notre Académie qui l'avait le mieux connu j'ai été chargé de rappeler, en son nom, son œuvre scientifique si considérable et si rigoureusement conduite et de dire combien nous avions été émus de

cette mort tragique d'un Confrère qui avait toutes nos sympathies; je ne répéterai pas ici ce que j'ai dit jeudi dernier; mais nous ne pouvons reprendre ici nos travaux sans dire publiquement combien nous ressentons le deuil qui vient de nous atteindre, et sans adresser à la famille de notre Confrère l'expression de notre profonde et douloureuse sympathie.

S. A. S. le prince **Albert de Monaco** fait hommage à l'Académie du fascicule LI des Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht, qui a pour titre : *Pycnogonides provenant des campagnes scientifiques de S. A. S. le prince de Monaco* (1885-1913), par E.-L. Bouvier.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce le décès en janvier 1917, de M. Yermoloff, Correspondant pour la Section d'Économie rurale.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, une brochure de M. R. Anthony intitulée : *La morphologie du cerveau chez les singes et chez l'homme*. (Présenté par M. Ed. Perrier.)

MM. **Henri Blondel, Henry Bourget, A. Colson, Ch. Porcher, Louis Roule,** M. le Directeur de l'**Observatoire de Lyon**, M. le Directeur de l'**École nationale vétérinaire de Toulouse**, M. le Président de l'Œuvre des **Abris-du-marin** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur la *Fondation Loutreuil*.

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur la gravitation.* Note [1] de M. **V. Cremieu**, transmise par M. E. Bouty.

Dans une Note antérieure [2], j'avais cru pouvoir conclure de certaines expériences que : dans un champ gravitique très convergent un corps

---

[1] Séance du 1er octobre 1917.

[2] *Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 887.

plongé dans un liquide se trouve soumis à quelque chose de plus que la différence entre la poussée hydrostatique et l'attraction newtonienne.

La découverte des effets de la flexion aux points d'attache du fil d'une balance de torsion ([1]) m'a montré que la force supplémentaire, que j'avais ainsi cru voir, était due, dans les expériences au sein des liquides, à la variation de ces effets de flexion aux points d'attache, sous l'action de la poussée hydrostatique.

J'ai repris alors ces expériences de gravitation au sein des liquides, en m'efforçant d'éliminer cette cause d'erreur. Les difficultés sont telles qu'après trois ans d'efforts infructueux, je considère une mesure précise de gravitation comme irréalisable au sein d'un liquide.

Au cours de ces essais, j'avais construit des balances de torsion sensibles à 10^{-7} erg. Les couples d'attraction réalisés atteignaient 10^{-2} erg. J'aurais donc pu mesurer des variations du $\frac{1}{100000}$. Mais les effets perturbateurs ont toujours été supérieurs au $\frac{1}{1000}$ d'erg.

Pour continuer l'étude expérimentale de l'attraction newtonienne, j'ai alors entrepris de vérifier si le mouvement du corps attirant ne modifierait pas l'attraction qu'il exerce.

Deux séries d'expériences ont été effectuées.

Dans la première, une balance de torsion, ayant un levier FF (*fig.* 1) de 80^{cm} de longueur, portait des masses AA pesant 20^g chacune. Cette balance, portée par un fil de platine L et enfermée dans une boîte métallique, était sensible à 10^{-6} erg.

En dessous de l'une des masses A, se trouve disposé, à l'intérieur d'une autre enveloppe métallique, un cylindre de plomb C, de 25^{cm} de diamètre, pesant 50^{kg}.

Ce cylindre peut tourner autour d'un axe horizontal, qui était mis soit dans la direction XX, parallèlement à FF, soit perpendiculairement à FF, en X'.

Dans les deux cas, le plan vertical contenant le centre de la masse A passait par le centre du cylindre.

Le flux total de force entre C et A était de 2.10^{-4} dyne, et, appliqué normalement au plan ALF, il aurait produit un couple de $\frac{8}{1000}$ d'erg, que la balance aurait accusé par une déviation de plusieurs mètres sur l'échelle d'observation placée à 6^m de l'appareil.

D'ailleurs, la balance était sensiblement apériodique, et les conditions de stabilité réalisées telles que je pouvais avoir une immobilité complète de la balance pendant des périodes de plusieurs heures. Cette stabilité n'est troublée que par des microséismes accidentels. Un séismographe témoin, du genre de ceux que j'ai précédemment décrits ([2]), me renseignait au cas où un microséisme intervenait au cours d'une expérience.

Celle-ci consistait à observer d'abord le spot pendant quelques minutes, pour

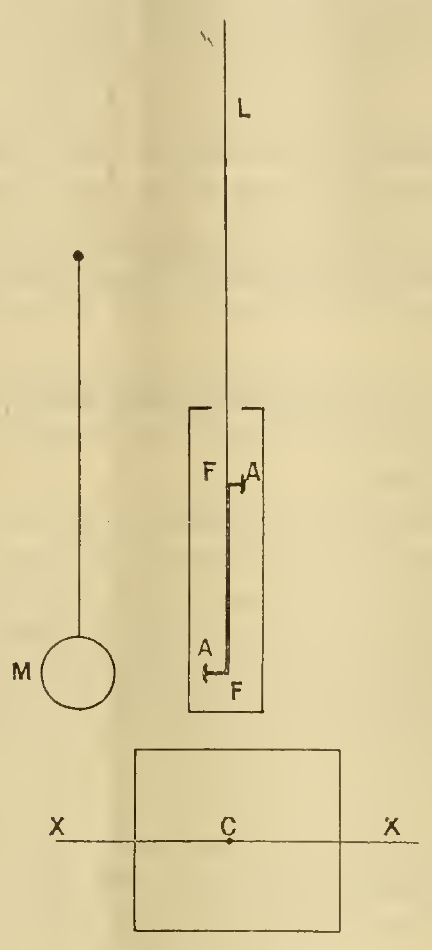
---

([1]) *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 1161.

([2]) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 832.

s'assurer de son immobilité, puis à mettre le disque C en mouvement à l'aide d'un moteur électrique à courant continu, et à observer si la balance était ou non entraînée.

La vitesse de rotation était de 500 t : m au début et a été portée à 1000 et 1200 t : m ensuite.



Les effets observés ont été constamment nuls, aussi bien dans la position XX que dans la position X' de l'axe de rotation.

Au cours de sa révolution diurne, la Terre produit, dans la portion de l'espace occupée par la Lune, un effet de balayage par les lignes de force gravifique, qui est comparable à celui réalisé dans l'expérience que je viens de décrire lorsque l'axe de rotation est dans la position XX.

On peut comparer l'intensité de ce balayage dans le cas de l'expérience et dans le cas Terre-Lune, par exemple en divisant le produit (masse $\times$ vitesse angulaire) par le carré de la distance.

On trouve ainsi :

Expérience	$\frac{5}{9} \times 10^5$
Terre-Lune	8×10^3

Ainsi l'effet serait environ 100 fois plus intense dans l'expérience que dans le cas Terre-Lune. Comme la sensibilité de la balance employée aurait permis d'apprécier un effet de l'ordre du $\frac{1}{4000}$ du flux total allant de C à A, on peut conclure que, *dans des conditions de sensibilité très supérieures à celles réalisées par le système Terre-Lune, le mouvement relatif des corps qui s'attirent gravifiquement ne modifie pas l'attraction mutuelle, que le mouvement ait lieu dans un plan contenant la droite qui joint les corps, ou perpendiculairement à cette droite.*

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la distillation des mélanges sulfonitriques.* Note (¹) de M. **Paul Pascal**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Nous nous proposons de donner dans la présente Note un résumé rapide des recherches que nous avions entreprises sur les propriétés thermiques des mélanges sulfonitriques.

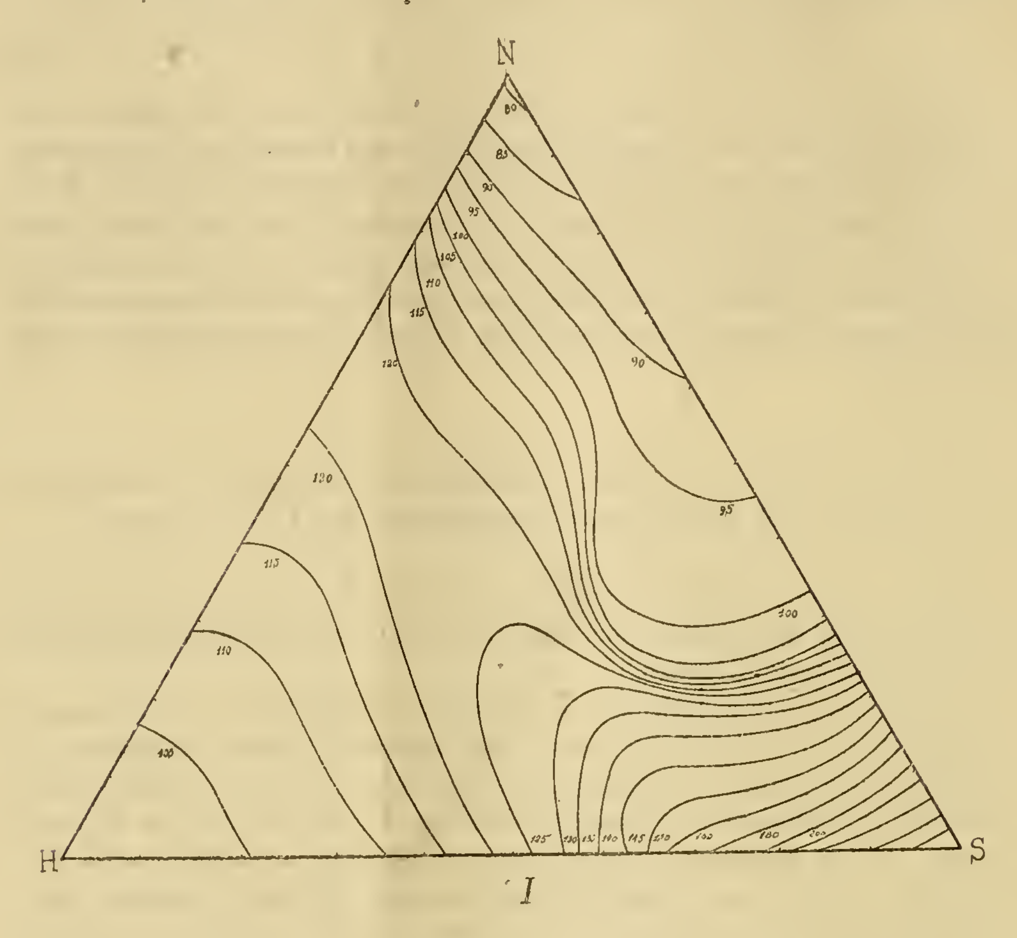
En prenant pour constituants indépendants l'eau (H) et les acides sulfurique et nitrique (S et N) nous avons représenté dans le diagramme I la surface des points d'ébullition sous la pression normale; dans le diagramme II, l'abaque des concentrations en acide nitrique des vapeurs émises. Sur ce dernier nous avons tracé en outre les « trajectoires de distillation » décrites par le point figuratif de trois liquides particuliers pendant leur ébullition, ainsi qu'une courbe remarquable CC dont nous allons voir la signification.

On peut faire sur ces figures les remarques suivantes :

1° Pour une très large étendue du diagramme les mélanges ternaires possédant une teneur donnée en acide sulfurique présentent encore une température maxima d'ébullition. La concentration correspondante se déplace vers les acides faiblement nitriques au fur et à mesure que monte le titre en acide sulfurique; la température du maximum, après avoir subi un très léger fléchissement dans la zone des acides faiblement sulfuriques,

(¹) Séance du 22 octobre 1917.

remonte ensuite jusqu'aux environs de 160° pour 65 pour 100 de SO^4H^2 : à ce moment le maximum disparaît.

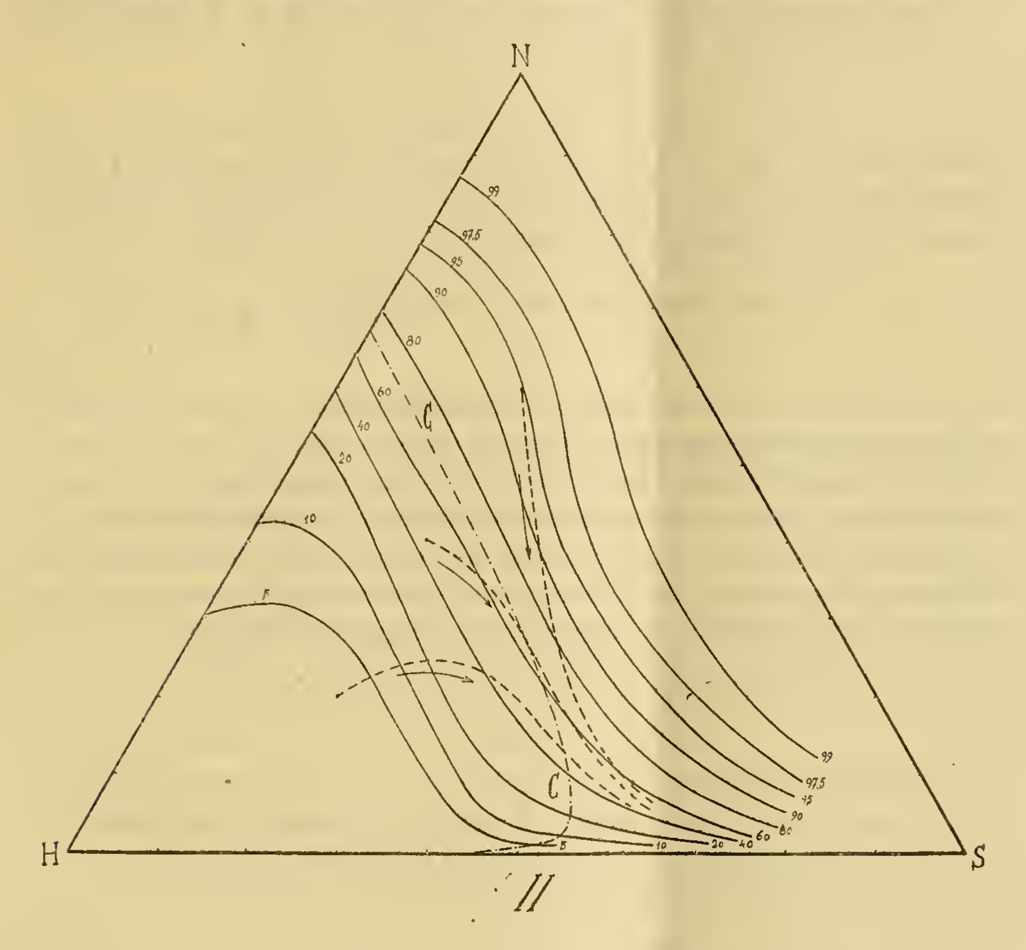


I

On a constaté qu'une diminution de pression, sans rien changer à l'allure générale du phénomène, donne lieu à une concentration légère en acide nitrique des vapeurs dégagées du liquide.

2° L'addition d'acide sulfurique aux acides nitriques forts n'en modifie pas d'abord beaucoup la température d'ébullition ni la concentration des vapeurs. Celle-ci est d'ailleurs presque uniquement fonction de la teneur en eau pour la majeure partie du diagramme. On remarquera par contre la rapidité de variation du point d'ébullition dans la zone des mélanges servant à la nitration du coton; conformément aux idées de Saposchnikoff, ce fait expliquerait la difficulté relative de fabrication des nitrocelluloses intermédiaires entre les collodions et les nitrocelluloses au maximum.

3° La distillation progressive d'un mélange sulfonitrique peut se faire de deux façons très différentes. Quand l'acide initial est peu hydraté (point



figuratif à droite de la courbe C), la concentration de la vapeur émise diminue sans cesse. Au contraire, pour toute une série d'acides riches en eau (point figuratif à gauche de C), la concentration en acide nitrique de la vapeur passe par un maximum. On peut démontrer qu'il ne coïncide d'ailleurs pas avec un maximum de concentration du liquide en ébullition, ni avec un maximum de concentration du liquide condensé.

Ces graphiques donnent tous les éléments nécessaires à la théorie de la concentration en cornue des acides nitriques faibles et de la dénitration en colonne des mélanges sulfonitriques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Obtention d'acidylhydroxamides à partir des semicarbazones d'acides α-cétoniques.* Note [1] de M. J. **Bougault**, présentée par M. A. Haller.

J'ai récemment montré [2] que les semicarbazones des acides α-cétoniques, oxydées par l'iode et le carbonate de soude, donnent des acidylsemicarbazides (I), premiers représentants d'une nouvelle série organique, isomères des acides acidylsemicarbaziques (II) déjà connus,

$$\underset{(I).}{R.CO.NH.NH.CO.NH^2} \qquad \underset{(II).}{R.C\begin{cases}OH\\N.NH.CO.NH^2\end{cases}}$$

Il était naturel de penser que les oximes des acides α-cétoniques conduiraient à des résultats parallèles; il en est ainsi en effet.

Lorsqu'on additionne d'iode la solution, dans un carbonate ou bicarbonate alcalin, d'une oxime d'un acide α-cétonique, on obtient l'hydroxamide de l'acide contenant 1^{at} de carbone de moins que l'acide générateur. L'oxime phénylpyruvique donne ainsi le phénacétylhydroxamide, qui, insoluble dans le milieu où l'on opère, se précipite immédiatement :

$$C^6H^5.CH^2.\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}.CO^2H + O = CO^2 + C^6H^5.CH^2.CONHOH$$

Toutefois, la réaction est plus compliquée qu'avec les semicarbazides; en effet, l'oxydation est accompagnée d'une déshydratation conduisant à un nitrile; dans l'exemple choisi, le nitrile est le cyanure de benzyle

$$C^6H^5.CH^2.\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}.CO^2H = CO^2 + H^2O + C^6H^5.CH^2.CN$$

Le nitrile se sépare facilement de l'hydroxamide par entraînement à la vapeur d'eau; il a seulement l'inconvénient de diminuer notablement les rendements : avec 1^g d'oxime phénylpyruvique, on obtient $0^g,20$ à $0^g,25$ d'hydroxamide.

Les hydroxamides ainsi obtenus appartiennent, comme les semicarba-

---

[1] Séance du 22 octobre 1917.

[2] *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 237 et 305. Avec plus de détails, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. 21, 1917, p. 180.

zides préparés par le même procédé, à une série nouvelle, celle des hydroxamides à forme *basique* (III); tous les hydroxamides connus jusqu'ici, et dénommés avec raison *acides hydroxamiques*, appartenant à la série *acide* (IV) :

$$R.CH^2.CO.NH\,OH \qquad R.CH^2.C\begin{matrix}\diagup OH \\ \diagdown\!\!\diagdown NOH\end{matrix}$$

(III). (IV).

J'ai préparé trois de ces acidylhydroxamides nouveaux :

Le benzoylhydroxamide $C^6H^5.CO.NHOH$ (Pf. 108°).

Le phénacétylhydroxamide $C^6H^5.CH^2.CONHOH$ (Pf. 75°).

Le phénylpropionylhydroxamide $C^6H^5.CH^2.CH^2.CO.NHOH$, liquide.

Tous ces corps ont des solubilités de même ordre : insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool froid, ils sont assez solubles dans l'éther et plus encore dans le benzène et le chloroforme. Leur point de fusion est notablement inférieur à celui des acides acidylhydroxamiques correspondants.

Les hydroxamides de la nouvelle série (forme basique) se distinguent aisément des acides hydroxamiques, par le fait qu'ils sont insolubles dans les liqueurs alcalines, tandis que les seconds s'y dissolvent en donnant des sels. Toutefois leur alcalinité est beaucoup plus atténuée que celle des acidylsemicarbazides qui leur correspondent, car ils ne donnent pas de sels avec les acides minéraux et sont sensiblement neutres.

D'autres réactions d'une grande netteté permettent de distinguer les deux séries d'hydroxamides.

1° L'hydrolyse des acides hydroxamiques par les acides minéraux est immédiate. Dissout-on $0^g,50$ d'acide benzoylhydroxamique dans 2^{cm^3} d'acide acétique et $0^{cm^3},50$ d'acide chlorhydrique, quelques minutes de chauffage au bain-marie suffisent pour effectuer le dédoublement en acide benzoïque et hydroxylamine.

Avec les acidylhydroxamides il n'en est pas de même; un chauffage de 4 à 5 heures dans les mêmes conditions produit à peine une attaque sensible.

2° Avec les alcalis, la différence entre les deux séries est d'un autre ordre; elle n'est pas moins caractéristique.

Alors que, par exemple, le sel de potassium du dérivé acétylé de l'acide phénacétylhydroxamique donne, par ébullition de sa solution alcoolique,

de la dibenzylurée (1)

$$C^6H^5.CH^2.C\begin{matrix}\diagup OK\\ \diagdown NO\end{matrix}.CO.CH^3 \rightarrow (C^6H^5.CH^2.NH)^2CO$$

le phénacétylhydroxamide $C^6H^5.CH^2.CO.NHOH$, traité par la potasse alcoolique, subit une décomposition complexe et fournit en particulier de l'acide benzoïque, de l'acide phénylacétique, et de l'acide cyanhydrique. Cette formation d'acide cyanhydrique est liée évidemment à la formation d'acide benzoïque; elle tient à la production préalable d'un composé intermédiaire inconnu, où l'azote s'est introduit dans la chaîne carbonée en séparant le dernier carbone, qui s'isole ensuite, par hydratation, à l'état de cyanure. Et cette réaction, bien que très différente quant aux produits finaux, présente un caractère commun au point de vue du rôle de l'azote, avec celle qui donne la dibenzylurée à partir de l'acide phénacétylhydroxamique.

J'ajouterai encore qu'il y a là un rapprochement à faire avec l'isomérisation des oximes cétoniques connue sous le nom de *Beckmannisation*.

En terminant je ferai remarquer que les deux séries d'hydroxamides ont chacune une personnalité très marquée, et que mes efforts pour passer, par tautomérisation, de la série acide à la série basique, ou inversement, sont restés infructueux. Les deux séries sont donc seulement isomères, mais non tautomères.

Conformément aux désignations adoptées pour les semicarbazides, les composés de la forme acide conservent leur nom d'*acides acidylhydroxamiques*, et ceux de la forme basique doivent être dénommés *acidylhydroxamides*.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation diurne du potentiel en un point de l'atmosphère, par ciel serein.* Note de (2) M. A.-B. Chauveau, présentée par M. J. Violle.

1. On sait que, par ciel serein, le potentiel en un point de l'atmosphère peu éloigné du sol accuse une variation diurne très prononcée, à double période, et caractérisée principalement par ses deux minima dont l'un cor-

(1) Thiele et Pickard, *Liebig's Annalen*, t. 309, 1899, p. 203.

(2) Séance du 22 octobre 1917.

respond aux heures chaudes du jour, tandis que l'autre, vers la fin de la nuit, est assez voisin, surtout en été, du minimum de la température. Deux maxima les encadrent; le premier se produit quelques heures après le lever du Soleil, le second suit de plus près son coucher.

Nous avons montré autrefois ([1]) : 1° *qu'à une altitude suffisante*, l'oscillation tend à devenir simple par la disparition du minimum de jour, rien n'étant changé pour le minimum de nuit; 2° que la même modification se produit dans les stations basses *pendant la saison froide*, dont le régime est ainsi nettement différent du régime d'été. Nous en avions conclu que la loi véritable de la variation est représentée par une oscillation simple, avec maximum de jour et minimum de nuit, et que cette loi se complique dans les stations basses par suite d'un effet perturbateur creusant dans le maximum de jour un minimum en rapport avec l'élévation absolue de la température ou quelques-uns des phénomènes concomitants (évaporation plus active, intensité plus grande de la radiation solaire, sécheresse plus prononcée).

Tout essai d'explication de la variation diurne doit donc distinguer nettement la loi générale et la perturbation localisée au voisinage du sol. Il nous a semblé que ce but pouvait être atteint en faisant intervenir simplement : pour la loi générale, des déplacements de masses positives d'origine atmosphérique; pour la perturbation, des déplacements de masses négatives provenant du sol lui-même.

2. Les masses positives, dont le déplacement suivant la verticale peut rendre compte de l'oscillation simple, sont les ions positifs, ions ordinaires et ions lourds, que l'action du sol négatif maintient *en excès* dans les régions inférieures de l'atmosphère. Une augmentation de cet excès positif dans les couches basses doit résulter des actions concordantes de l'attraction électrostatique et de la pesanteur sur les ions lourds positifs et sur les particules chargées positivement.

Toute cause d'augmentation du nombre des gros ions et des particules, telle que la formation de brumes légères ou l'accroissement du degré hygrométrique, aura donc pour effet d'accroître l'excès positif dans les couches d'air voisines du sol, sous la double influence de la pesanteur et de l'attraction électrostatique. Dans ces conditions, pour tout point situé à une

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 117, 1893, p. 1609; t. 129, 1899, p. 500, et t. 131, 1900, p. 1264 et 1298.

certaine distance du sol, le potentiel doit diminuer à mesure que s'enrichit en charges positives la masse d'air qui s'étend au-dessous.

Si ces considérations sont exactes, elles fournissent une explication immédiate et simple, par l'effet du refroidissement de la nuit, du minimum des premières heures du matin (en moyenne vers 4 heures).

Plus tard, après le lever du Soleil, les courants ascendants qui prennent naissance disloquent la couche brumeuse fortement positive des régions basses et partiellement l'entraînent. La densité positive des couches d'air diminue au voisinage du sol, augmente plus haut : le potentiel croît. Si la station est à une altitude suffisante pour que les influences secondaires que nous examinerons plus loin ne puissent pas se faire sentir, l'accroissement se poursuivra tout le jour, jusqu'au moment où les courants descendants du soir ramèneront vers le sol les masses positives. Le potentiel commence alors à décroître, et sa chute se poursuit jusqu'au minimum du matin, par l'effet du mécanisme indiqué plus haut.

3. Pour interpréter la perturbation résultant du voisinage du sol, et qui se traduit par une diminution du potentiel pendant les heures chaudes du jour, au fort du courant ascendant, il suffit de supposer que des masses négatives provenant du sol lui-même peuvent être entraînées à leur tour par ce courant.

Plusieurs phénomènes se présentent comme susceptibles d'expliquer la libération, en quelque sorte, de ces masses négatives terrestres. Tout d'abord, l'évaporation ; car, bien que l'entraînement de charges électriques par la vapeur qui s'élève d'un liquide électrisé n'ait jamais été sûrement démontré par l'expérience, il est difficile de le rejeter *a priori* comme invraisemblable.

En second lieu, l'action photoélectrique de la radiation solaire sur la surface du sol, suffisamment établie par Elster et Geitel et d'autres physiciens.

Enfin, l'entraînement des poussières.

Les trois hypothèses ont été faites. Une condition qui résulte de nos observations paraît trancher la question en faveur de la dernière.

L'effet se montre nul, ou peu sensible, à une altitude relativement peu considérable, telle que le sommet de la Tour Eiffel. Or, rien ne peut limiter ainsi l'entraînement des charges portées par la vapeur d'eau, si ces charges existent, ou de celles qui résultent de l'effet photoélectrique; tandis que, dans les conditions ordinaires, la plus grande partie des poussières du sol

ne s'élève pas jusqu'à 300m (¹). Et si l'on remarque que le minimum d'après midi se creuse moins au-dessus d'une campagne herbeuse (d'après nos observations à Trappes) que dans l'intérieur d'une grande ville, où les poussières sont abondantes, qu'il s'atténue considérablement ou disparaît au-dessus des champs de glace des régions polaires (G.-C. Simpson et Rouch) et des hautes montagnes (Le Cadet), on est conduit à penser que, là où il n'y a pas de poussières, l'influence perturbatrice disparaît *en très grande partie*.

Nous ne disons pas cependant qu'elle disparaît tout entière; car, dans nos observations mêmes, certains résultats sur lesquels nous reviendrons semblent montrer que, au moins comme effet secondaire, l'action photo-électrique peut intervenir.

BOTANIQUE. — *La trace foliaire des Rosacées*. Note (²) de M. F. **Morvillez**, présentée par M. Guignard.

Le type moyen (³). — Nous prenons comme point de départ de cette étude un type moyen qu'on retrouve dans des espèces appartenant aux différentes séries des Rosacées. Il est caractérisé par une trace libéroligneuse plissée, affectant plus ou moins grossièrement la forme d'un Ω (*fig.* I). Les sorties se font en deux points : l'un tout à fait antérieur (*m*) : *région marginale;* l'autre plus postérieur (*e*) : *pli direct* (*pli externe* ou *saillant*). Le premier fournit des éléments à toutes les nervures, le deuxième ne fournit des éléments qu'aux plus importantes d'entre elles. Ces deux régions, plus extérieures que le reste de la chaîne, sont séparées par une région plus intérieure (*i*) : *pli inverse* (*pli interne* ou *rentrant*).

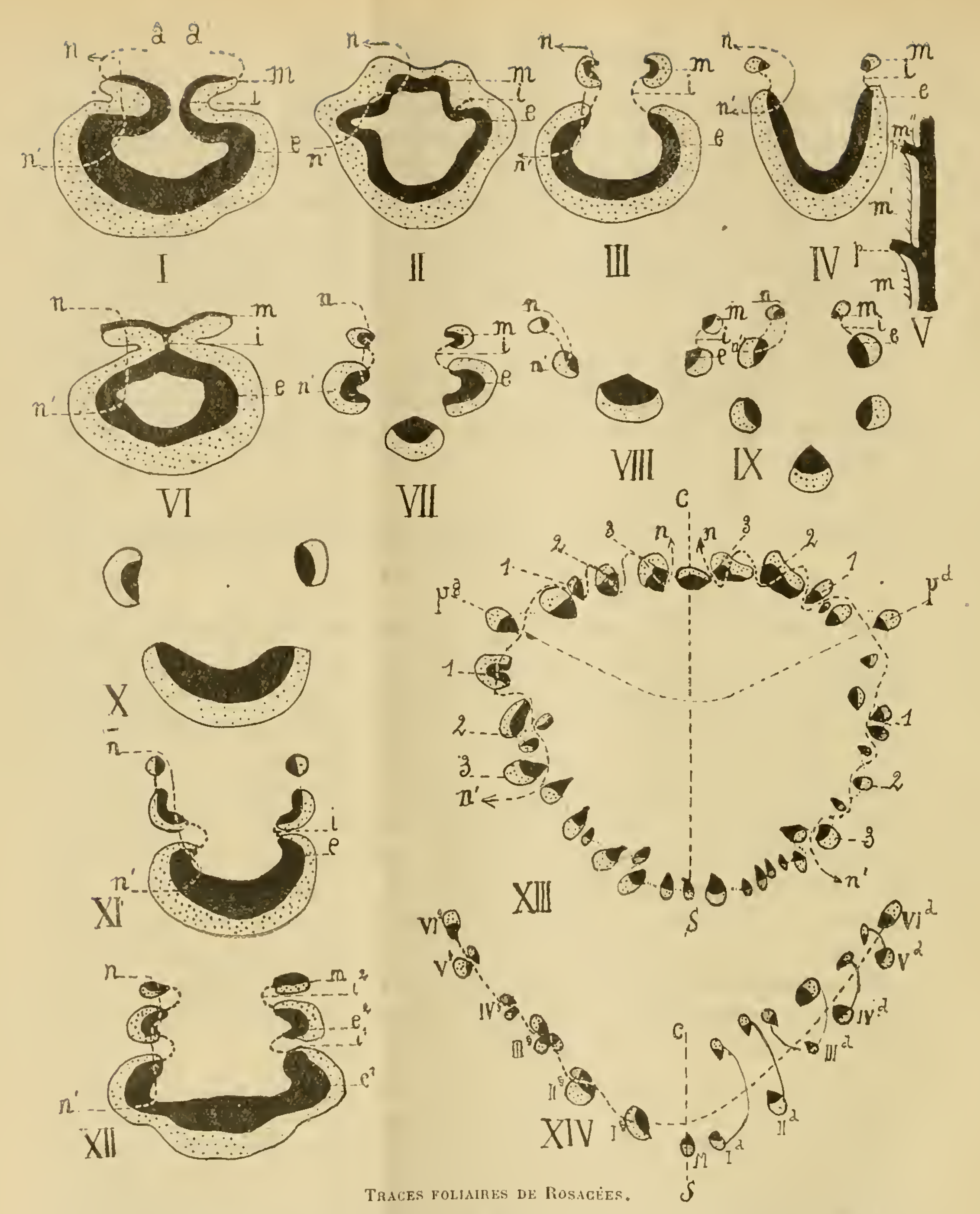
Beaucoup de Rosacées possèdent de plus, en avant de la ligne des marges, des éléments libéroligneux qui tendent à fermer la trace foliaire en avant (demi-arcs antérieurs droit et gauche, figure I : *a*, *a'*). En outre, la trace foliaire présente des variations sur les points suivants :

Variations portant sur la continuité de la trace foliaire. — 1° La trace foliaire

(¹) Nous avons pu constater autrefois la quantité remarquablement faible des poussières qui, au sommet de la Tour Eiffel, s'accumulaient sur des objets abandonnés pendant plusieurs mois dans une pièce mal close, *au temps où les visiteurs n'avaient pas accès au voisinage de cette pièce*. Le contraste avec les résultats que tout le monde connaît au voisinage du sol était des plus frappants.

(²) Séance du 22 octobre 1917.

(³) Les indications bibliographiques seront données ultérieurement dans un Mémoire détaillé.



TRACES FOLIAIRES DE ROSACÉES.

Fig. I, *type moyen.* — Fig. II. *Eriobotrya japonica.* — Fig. III, *Sorbus aucuparia* (milieu du pétiole). — Fig. IV, *Sorbus alnifolia.* — Fig. V, Parcours des faisceaux du *S. alnifolia* dans la nervure médiane. — Fig. VI. *Holodiscus discolor* (var.). — Fig. VII, *Spiræa ulmaria.* — Fig. VIII, *Agrimonia eupatoria.* — Fig. IX, *Sanguisorba canadensis.* — Fig. X, *Rubus fructicosus* (région médiane du pétiole). — Fig. XI, *Rubus parvifolius* (sommet du pétiole). — Fig. XII, *Rubus fructicosus* (id.). — Fig. XIII. *Spiræa aruncus* (au-dessous du point d'émission des rachis latéraux). Le côté droit de la figure présente des processus moins avancés que le côté gauche. — Fig. XIV, *Spiræa aruncus* (base du pétiole). Le côté gauche de la figure représente un niveau inférieur à celui du côté droit.

Le *bois* a été figuré par une teinte noire uniforme; le *liber* par un pointillé. Les lignes pointillées *nn'* représentent la portion de la trace foliaire qui se rend dans la grosse nervure immédiatement supérieure : *m*, région marginale : *i*. pli interne ; *e*. pli externe.

peut être plus condensée que dans le type moyen que nous venons de décrire : au lieu d'un arc plissé, largement ouvert en avant, nous trouvons chez *Eriobotrya japonica* une trace foliaire complètement fermée par la soudure des demi-arcs antérieurs (*fig.* II).

2° La trace foliaire peut être moins condensée que dans ce type moyen :

a. Dans la plupart des types ligneux et à fruit charnu, la continuité de la trace foliaire est rompue suivant les plis internes, d'où trois massifs : l'un médian, postérieur, les deux autres latéraux et antérieurs (*fig.* III). (*Sorbiers* à feuilles *pennées*.)

b. Dans les types herbacés à fruit sec, le massif postérieur est représenté à son tour par trois faisceaux distincts (*fig.* VII). (*Spiræa ulmaria*, *Potentilla anserina*) et quelquefois davantage.

Le genre *Rosa* présente, suivant le niveau étudié, tantôt un massif postérieur unique, tantôt un massif postérieur représenté par trois faisceaux.

Variations portant sur l'intensité des plissements. — 1° L'intensité des plissements peut être suffisante pour amener en contact les plis internes droit et gauche chez certaines Spirées de la section des *Holodiscus* (*fig.* VI).

2° Inversement, elle peut être très faible, et la région qui sépare le pli externe de la région marginale (pli interne) peut être assez réduite et entraînée dans l'émission d'une nervure ; les deux régions d'émission sont alors réduites à une seule. Enfin, les plissements peuvent être difficiles à constater.

Cette réduction se produit dans les deux catégories de traces envisagées plus haut :

a. Dans les traces à massif postérieur unique, chez le *Sorbus alnifolia*, le *Cerasus avium*, etc.

b. Dans les traces présentant trois à cinq faisceaux postérieurs chez les *Agrimonia*, les *Sanguisorba*.

Dans certains cas, on constate l'existence de faisceaux antérieurs (*fig.* V, *m*) ayant le même rôle que dans les chaînes fortement plissées : ils fournissent ici aussi des éléments à toutes les nervures, alors que le faisceau postérieur renforce seulement les traces foliaires les plus importantes [par des faisceaux tels que *p* (*fig.* V)]; mais le faisceau antérieur *m* est entraîné entièrement au moment de l'émission d'une grosse nervure ; il est remplacé dans la nervure étudiée par un faisceau *m'* (voir *fig.* V).

Dans d'autres cas, les faisceaux antérieurs ne se forment plus et la trace foliaire est réduite à un arc ouvert unique (*Malus*), ou même à un faisceau unipolaire (*Pirus*, *Quillaya*), si l'exemple pris appartient à la série à faisceau postérieur unique. Dans la série à faisceaux postérieurs multiples, nous trouverons des exemples analogues (*Acæna*, *Fragaria*, *Waldsteinia* dans la plus grande partie du pétiole) [1].

Variation de l'étendue du rachis ou de la nervure dans laquelle les plissements sont visibles. — Chez les *Rubus* (*fig.* X) et les Spirées des sections *Aruncus* et *Sorbaria*, les plissements ne sont généralement pas visibles. Ils n'apparaissent qu'un peu au-dessous du point d'émission des folioles latérales et disparaissent au-dessus de ce niveau. Dans les types les plus simples, les plissements ainsi formés ont les mêmes caractères (*fig.* XI) que dans les types décrits plus haut.

---

[1] Souvent, au sommet du pétiole, les faisceaux antérieurs se différencient sur un court espace.

Multiplication des plissements. — Chez beaucoup de *Rubus*, on constate l'apparition d'un nouveau pli externe (*fig.* XII, e^2) portant sur un faisceau détaché du faisceau antérieur; ce pli est séparé de la région marginale par un nouveau pli interne (i^2).

Chez les Spirées de la section *Aruncus*, le nombre des plissements augmente encore (*fig.* XIII). Au niveau de l'émission des rachis secondaires, on remarque qu'un certain nombre de plis externes (1, 2, 3) s'agencent symétriquement par rapport à l'un d'eux (μ^d pour le côté droit, μ^g pour le côté gauche), qui fait plus fortement saillie. Il semble qu'outre la surface de symétrie principale (C S), on constate l'existence d'une autre surface de symétrie ($\mu^d \mu^g$). A mesure que l'on s'élève vers l'extrémité, le nombre des plis diminue progressivement.

La trace foliaire des *Aruncus* se forme à partir d'un certain nombre de faisceaux sortant de la tige (*fig.* XIV). Chacun se divise en deux portions, l'une antérieure, l'autre postérieure. La trace foliaire est constituée, pour sa partie postérieure, par les faisceaux postérieurs et, pour sa partie antérieure, par les faisceaux antérieurs qui résultent de cette division. De part et d'autre d'une ligne passant par les faisceaux extrêmes (VI^d, VI^g), on trouve donc des éléments empruntés aux mêmes faisceaux sortants.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le sérum de la murène* (Muræna Helena *L.*). *La toxicité et les propriétés physiques du sérum.* Note [1] de M. W. Kopaczewski, présentée par S. A. S. le prince Albert de Monaco.

Après avoir étudié les propriétés physiologiques [2] du sérum de la murène nous allons étudier ses propriétés physiques, savoir : les caractères physiques généraux, l'influence du temps, de la lumière, de la température, de l'absorption et de la dessiccation.

Caractères physiques. — Le sérum de la murène, obtenu par le procédé indiqué dans la Note précédente [3] est un liquide absolument transparent, opalescent et d'une couleur jaune pâle. Desséché dans le vide à la température du laboratoire (27° à 30° C.), ce sérum a montré une teneur moyenne en matières sèches de 8,41 pour 100 dont 0,34 pour 100 de cendres. Sa densité moyenne est de 1,0192 à 27° C.

Sa tension superficielle, mesurée à l'aide d'un stalagmomètre de Traube est de 45,18 dynes à 27° C.

Stabilité. — Le sérum est mis en ampoules scellées et conservé un temps variable à l'abri de la lumière du jour; au bout d'un certain temps on éprouve sa toxicité chez les cobayes en injections intrajugulaires.

---

(1) Séance du 22 octobre 1917.

(2) W. Kopaczewski, *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 37.

(3) W. Kopaczewski, *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 963.

1. Sérum conservé 5 jours : Cobaye, 425g. — $0^{cm^3},1$. Secousses violentes; mort en 5 minutes.
2. Sérum conservé 10 jours : Cobaye, 275g. — $0^{cm^3},1$. Secousses violentes et mort 1 minute après.
3. Sérum conservé 20 jours : Cobaye, 410g. — $0^{cm^3},1$. Secousses, convulsions et mort au bout de 1 minute.
4. Sérum conservé 30 jours : Cobaye, 575g. — $0^{cm^3},1$. Dyspnée; 5 minutes après quelques secousses; toux; tremblements; polyurie; survie.
5. Sérum conservé 30 jours : Cobaye, 580g. — $0^{cm^3},2$. Secousses violentes au bout de 2 minutes. Polypnée. Au bout de 10 minutes nouvelles secousses. Se remet lentement, survit.

A l'encontre des faits, observés par Cosmovici ([1]), Gley et Camus ([2]), Grimard et Dumarest ([3]), nous constatons l'extraordinaire stabilité du sérum au point de vue toxique.

Influence de la lumière. — Pour éviter l'action de la température, nous avons plongé les ampoules scellées du sérum dans des cuvettes remplies d'eau; cette eau était changée de façon à ne jamais dépasser la température de 40° C. Les ampoules ont été exposées pendant 12 heures par jour aux rayons solaires. Voici les faits observés :

1. Sérum irradié 24 et conservé 50 heures : Cobaye, 450g. — $0^{cm^3},1$. Mort en 2 minutes.
2. Sérum irradié 48 et conservé 5 jours : Cobaye, 500g. — $0^{cm^3},1$. Dyspnée; quelques secousses, tremblements; survie.
3. Sérum irradié 48 et conservé 5 jours : Cobaye, 560g. — $0^{cm^3},2$. Secousses violentes; survie.
4. Sérum irradié 48 et conservé 5 jours : Cobaye, 480g. — $0^{cm^3},5$. Secousses violentes et répétées; mort en 5 minutes.

Il y a donc une action destructive nette. Nous étudierons prochainement l'influence des différentes radiations sur la toxicité du sérum de la murène.

Influence de la température. — Nous avons d'abord étudié l'influence des congélations successives, de la température de 56° C. et de la température d'ébullition, ensuite de la température de 75° C., afin de préciser davantage le point de destruction des propriétés toxiques du sérum.

1. Sérum congelé trois fois : Cobaye, 520g. — $0^{cm^3},1$. Mort instantanée.
2. Sérum chauffé 15 minutes à 56° C. : Cobaye, 425g. — $0^{cm^3},1$. Mort instantanée.

([1]) Cosmovici, *Thèse*, Faculté des Sciences, Paris, 1915.
([2]) Gley et Camus, *Recherches sur l'action physiologique des ichtyotoxines*, 1912.
([3]) Grimard et Dumarest, *C. R. Soc. Biol.*, 1897, p. 415.

3. Sérum chauffé 15 minutes à 75° C. : Cobaye, 610g. — 0cm³,1. Polypnée légère; survie.
4. Sérum chauffé 15 minutes à 75° C. : Cobaye, 570g. — 0cm³,5. Polypnée; paralysie passagère; survie.
5. Sérum porté à l'ébullition : Cobaye, 440g. — 0cm³,5. Pas de réaction caractéristique.
6. Sérum porté à l'ébullition : Cobaye, 500g. — 0cm³,8. Pas de réaction caractéristique.

Nous constatons donc que les propriétés toxiques, quoique fortement diminuées, persistent après le chauffage de 15 minutes à 75° C., tandis que les propriétés hémolytiques n'existent plus, ainsi que nous l'avons signalé dans nos Notes précédentes, il n'y a donc aucun parallélisme entre ces deux phénomènes.

Absorption. — Parmi les poudres indifférentes, nous avons étudié le noir animal et le kaolin purs exempts de cendres, ajoutés dans la proportion de 51 pour 100 du liquide.

1. Sérum traité par le noir animal : Cobaye 350g. — 0cm³,2. Mort en 10 minutes.
2. Sérum traité par le kaolin : Cobaye 470g. — 0cm³,2. Mort en 2 minutes.

Conclusions [1]. — Le sérum de la murène possède la propriété remarquable de garder sa toxicité même après 30 jours de conservation dans l'obscurité. Par contre les rayons solaires exercent une action destructive nette. La température de congélation est sans effet sur la toxicité, cette toxicité disparaît au voisinage de 75° C.

Le phénomène d'absorption par les poudres est sans influence sur la toxicité.

On peut dessécher le sérum de la murène sans affaiblir d'une façon appréciable ses propriétés toxiques.

---

[1] *Dessiccation.* — On dessèche 2cm³ du sérum frais dans le vide à 27°C. Au bout de 36 heures on suspend la substance jaunâtre qui se détache en paillettes dans les 2cm³ d'eau distillée et l'on éprouve la toxicité :

Cobaye 240g. — 0cm³,1. Convulsions au bout de 2 minutes; dyspnée; survie.

Cobaye 230g. — 0cm³,2. Convulsions violentes; dyspnée; convulsions nouvelles; mort en 10 minutes.

Cobaye 200g. — 0cm³,3. Mort instantanée.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'apparition de « Bivoltins accidentels » dans les races univoltines de Bombyx du Mûrier et sur l'explication rationnelle de ce phénomène.* Note [1] de M. A. LÉCAILLON, transmise par M. Henneguy.

On désigne sous le nom de *Bivoltins accidentels*, les vers à soie de deuxième génération qui s'observent parfois dans les races univoltines. L'apparition de cette génération supplémentaire a été constatée depuis fort longtemps par les séricicnlteurs, mais jusqu'ici elle n'a pas été expliquée rationnellement. Dans leur Traité sur le Ver à soie, E. Maillot et F. Lambert résument ainsi la question [2] : Sans cause apparente on voit une partie des graines de races annuelles éclore 10 ou 12 jours après la ponte; ce fait arrive surtout si celle-ci s'est produite dans une salle sèche et chaude; ces cas de bivoltinisme s'observent bien souvent chez les Papillons qui sortent les premiers des cocons; tout ou partie de la ponte peut fournir ainsi des bivoltins. Ces auteurs ajoutent que le bivoltinisme accidentel est un phénomène inexpliqué et qu'on ne peut produire à volonté.

J'ai fait, sur cette question, des observations et des expériences dont voici les résultats :

1° La race univoltine, que j'ai prise comme sujet d'étude depuis 1914, m'a fourni, en 1917, trois cas de bivoltinisme. Le premier fut celui du couple de Bombyx le plus précoce qui parut dans mes élevages, le 18 juin. Les œufs fécondés provenant de ce couple commencèrent à éclore 10 jours après la ponte (dans les conditions habituelles ce fait n'aurait dû se produire qu'au bout d'environ 9 mois et demi). Huit jours plus tard, 377 chenilles étaient nées, tandis que 10 autres étaient mortes dans l'œuf. Sur 400 œufs environ qu'avait pondus la femelle, quelques-uns seulement restaient au stade habituel des œufs univoltins normaux qui doivent hiberner.

Deux autres femelles de Bombyx, nées le 21 et le 27 juin, dont l'accouplement fut empêché, pondirent des œufs dont certains produisirent des chenilles qui périrent à l'approche du moment de l'éclosion (on sait que dans les œufs non fécondés de Bombyx, il en est souvent quelques-uns où se forment des chenilles qui meurent presque toujours dans l'œuf). Je considère qu'il y a eu ici bivoltinisme parce que les chenilles s'étaient développées durant les quelques jours qui suivirent la ponte au lieu de se

---

(1) Séance du 22 octobre 1917.

(2) *Traité sur le ver à soie du Mûrier*, 1906, p. 77.

former seulement au bout de 9 à 10 mois comme dans les œufs non fécondés ordinaires des univoltins.

2° Dans le but de rechercher si la température de la salle où se produit la ponte des œufs peut provoquer l'apparition du bivoltinisme, j'ai institué des expériences dans lesquelles les cocons, puis les papillons et les œufs d'une autre race univoltine ([1]) furent placés dans une salle spéciale de mon laboratoire où fut toujours maintenue une température de 25° à 30° C., c'est-à-dire de plusieurs degrés au-dessus de celle à laquelle, dans mes élevages, a habituellement lieu la ponte des œufs. Aucun bivoltin n'apparut dans ces conditions.

3° On peut, semble-t-il, expliquer rationnellement la formation des bivoltins en s'appuyant sur les considérations suivantes :

a. Les embryons, chenilles, chrysalides et papillons qui dérivent des différents œufs pondus par une même femelle de Bombyx qui ne s'est accouplée qu'avec un seul mâle sont loin d'être identiques entre eux au point de vue morphologique comme au point de vue physiologique. Le temps que met l'embryon pour se former dans l'œuf, en particulier, est très inconstant, même lorsque les conditions de milieu, dans lesquelles les divers embryons se développent, sont les mêmes pour tous. Pour ne citer qu'un exemple, je me bornerai à mentionner que l'éclosion d'œufs pondus en 1915 par une femelle de Bombyx faisant partie de mes élevages fut échelonnée, en 1916, depuis le 8 avril jusqu'au 27 mai. Dans la pratique séricicole, pour éviter les inconvénients qui résultent de faits analogues, on se contente de recueillir le gros des chenilles qui paraissent les premiers jours de l'éclosion et l'on rejette les œufs qui restent. La différence remarquable que l'on constate ainsi entre les divers individus dérivés des mêmes parents est incontestablement due au fait que les ovules d'une même femelle ne sont pas identiques les uns aux autres, non plus que les spermatozoïdes d'un même mâle. Les œufs fécondés et les êtres auxquels ils donnent naissance sont aussi, par suite, fort différents les uns des autres.

b. Quand les œufs d'un Bombyx se transforment pour donner en apparence subitement des chenilles bivoltines accidentelles, l'action directe du milieu n'est pas la cause déterminante de ce phénomène. On doit, au contraire, admettre qu'au moment où ces œufs furent pondus ils portaient déjà en eux les qualités nécessaires à leur nouveau mode d'évolution. Et

---

([1]) Ces cocons furent obligeamment mis à ma disposition par M. Duchein, directeur de l'École d'Agriculture d'Ondes.

quand on les observe, on constate qu'ils ne passent pas, lorsqu'ils se transforment, par la gamme des couleurs habituelles. Ils prennent seulement une couleur rose et ensuite laissent voir très rapidement, par transparence, les chenilles qui se développent dans leur intérieur. Ce fait semble aussi appuyer l'hypothèse qui précède.

c. En ayant recours à l'action du froid, d'une haute température, du brossage, de l'électricité, des acides, on sait depuis longtemps provoquer l'éclosion précoce des œufs univoltins ordinaires. Mais il s'agit ici d'une action violente que l'on ne peut invoquer en aucune manière pour expliquer la production des bivoltins accidentels. Dans ce dernier cas, c'est l'influence directe et prolongée des conditions dans lesquelles on pratique l'élevage des Bombyx qui retentit sur la composition des œufs en voie de formation et sans doute aussi des spermatozoïdes qui se développent.

d. Dans mes élevages, les œufs conservés pour la reproduction demeurent, pendant les trois premiers mois qui suivent la ponte, à une température qui atteint souvent 30° C. Pendant l'hiver, le thermomètre de la salle où ils se trouvent ne descend pas au-dessous de 5° ou 6°. Il est probable que, dans ces conditions, les embryons univoltins sont influencés au point que ceux d'entre eux déjà doués du pouvoir de se transformer un peu plus vite que les autres exagèrent cette tendance. Il en dérive finalement, au printemps suivant, des Papillons dont la descendance immédiate est plus ou moins complètement bivoltine accidentelle.

Tous les cas de bivoltinisme qui se produisent semblent susceptibles d'être expliqués ainsi. Et le phénomène doit être d'autant plus marqué, dans un élevage donné, que l'on prend davantage d'année en année, comme individus reproducteurs, les Papillons qui paraissent les premiers.

CHIRURGIE. — *Prothèse rationnelle du membre inférieur : un modèle pratique de jambe*. Note (1) de M. **Jules Amar**, transmise par M. Quénu.

Il a été antérieurement fait cette remarque qu'aucun des appareils de prothèse pour membre inférieur, connus à ce jour, ne permet une locomotion à peu près normale (2). Les causes en sont au nombre de trois :

1° *Le fourreau (cuissard ou jambier) est mal appliqué au moignon*. Il

(1) Séance du 22 octobre 1917.

(2) Jules Amar, *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 241.

s'appuie à des points choisis arbitrairement, et n'utilise ni toute la puissance ni toute la sensibilité de ce moignon.

2° *La jambe artificielle est généralement trop lourde.* Son poids dépasse 3^{kg} et, dans les cas d'amputations de cuisse, il atteint parfois 4^{kg} à 5^{kg}. De là une inertie considérable pendant la marche, rendant celle-ci d'autant plus pénible que le moignon est plus court. La progression s'effectue alors par impulsions saccadées qui, lançant le membre artificiel, l'abandonnent aussitôt à l'action de la pesanteur.

3° Enfin *les articulations ne sont jamais calculées*, quant à leurs excursions et points d'arrêt, à leurs positions relatives sur l'axe vertical du membre, à la solidarité de leurs mouvements. D'autre part, on ne tient pas assez compte de l'inclinaison du moignon, de la rétraction musculaire, et des angles de flexion qui sont nécessaires à l'exécution automatique du *pas*, si l'on veut éviter de « boiter » ou de « faucher » et pouvoir, en toute sécurité, se livrer aux différents exercices professionnels.

Mais, jusque dans les modes d'attache par bretelles et ceinture, on semble négliger ou ignorer les lois naturelles de l'activité du membre inférieur.

Le système de jambes, qui fait l'objet de cette Communication, répond aux conditions anatomiques, physiologiques et mécaniques de la Prothèse.

Description. — Nous décrirons brièvement le modèle-type complet, celui pour amputations de cuisse.

On a fait usage, pour sa construction, d'un métal *inaltérable*, qui réunit les qualités de l'acier à la légèreté la plus grande possible. Et la loi physiologique observée consiste *à alléger progressivement* l'appareil depuis le moignon jusqu'à l'extrémité libre de la jambe. A cet effet, on forme le *pied* de deux moitiés symétriques, en métal embouti, et l'on y loge un mécanisme relié avec le genou. Ici, l'articulation a l'aspect d'une sphère dont la partie médiane est occupée par une *came* spéciale, laquelle reçoit la commande de l'avant-pied. Lorsqu'on se trouve à la dernière phase du *pas*, la médio-tarsienne joue pour donner l'impulsion au corps, et aussitôt elle fait tourner la came à l'angle de flexion convenable. Dans ces conditions, la marche s'effectue sans raideur, et surtout sans l'obligation de « faucher ». Une butée, que présente la came, limite la flexion de sécurité à 30°, et un second mécanisme, commandé au cuissard, permet de porter à 90° pour s'asseoir, ou de laisser entièrement libre la flexion du genou, ce qui est utile pour actionner une pédale de bicyclette, de machine, etc.

La partie jambière de l'appareil est constituée par deux tubes que joignent solidement des entretoises, et qui dissimulent les organes de transmission. Le *cuissard* est doublé intérieurement d'une *coiffe* métallique démontable, faite sur le moulage exact du moignon. Il porte à sa base un système de galets doubles sur lesquels roule la bretelle se rendant à la ceinture ou à l'épaule, de telle façon qu'il y ait compensation des segments dans toutes les positions du membre ou du corps.

Pour l'esthétique, on a fixé autour des tubes jambiers une guètre-molletière, en tissu spécialement apprêté afin de la rendre élastique, indéformable et légère (90^g en moyenne). Pour un amputé de cuisse de taille ordinaire, le modèle de jambe pèse environ 1800 *grammes*. Sa stabilité et sa parfaite simplicité le destinent tout particulièrement pour les exercices agricoles, comme l'ont prouvé des essais avec notre pelle dynamographique ([1]).

Dans le cas des amputations *au-dessous du genou*, on simplifie le montage, et l'on adopte, au niveau de la fémoro-tibiale, des *articulations tangentes*.

Résumé. — En somme, les caractéristiques du nouveau modèle de jambe, soumis à l'Académie, sont les suivantes :

Avantages mécaniques. — Grande résistance, légèreté, simplicité de construction, facile remplacement des organes faits en séries.

Avantages anatomo-physiologiques. — Parfaite application du cuissard au moignon, locomotion régulière où se combinent, sans effort, les flexions du genou et du pied; marche aisée sur un sol incliné, sur escalier; attitudes commodes pour ouvriers et cultivateurs. Et l'on doit ajouter l'avantage économique, puisque, la molletière enlevée, on travaille avec une jambe robuste et inaltérable aux intempéries.

A 15 heures trois quarts l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

([1]) On trouvera les détails et la figure dans un Ouvrage tout récent.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES DE JUILLET 1917.

René Zeiller, par GASTON BONNIER. Extrait de la *Revue générale de botanique*. Paris, Librairie générale de l'enseignement, 1917; 1 fasc. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Recherches expérimentales sur le tétraèdre terrestre et distribution des terres et des mers, par PIERRE-TH. DUFOUR. Paris, Masson, 1917; 1 fasc. in-4°.

Nouveau procédé permettant d'obtenir les perspectives-reliefs des formes géographiques représentées sur les cartes hypsométriques, par PIERRE-TH. DUFOUR. Paris, Delagrave, 1917; 1 fasc. in-4°.

Grandes voûtes, par PAUL SÉJOURNÉ; tomes I, II et III : *Voûtes inarticulées;* tome IV : *Voûtes articulées;* tome V : *Ce que l'expérience enseigne de commun à toutes les voûtes;* tome VI : *Appendice: Pratique des voûtes*. Bourges, Tardy-Pigelet et fils, 1913-1916; 6 vol. in-4°.

Cours de géométrie pure et appliquée de l'École polytechnique, par MAURICE D'OCAGNE; tome I. Paris, Gauthier-Villars, 1917; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le général Bourgeois.)

Boletim bibliográfico da Academia das sciências de Lisboa. Segunda série, volume I, fasc. n° 3. Coimbra, Imprensa da Universidade, 1916; 1 vol. in-4°.

Memoirs of the geological Survey of India. New series, vol. V, memoir n° 3, plates I to XVI : *Le crétacé et l'éocène du Tibet central*, by HENRI DOUVILLÉ. Calcutta, Geological Survey, 1916; 1 fasc. in-f°. (Présenté par l'auteur.)

Observation des orages de 1916 *dans les départements de la Gironde et partie de la Dordogne. Expérience des paragrêles électriques*. Rapport de M. F. COURTY. Extrait du *Bulletin de la Commission météorologique de la Gironde* (année 1916). Bordeaux, Gounouilhou, 1917; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Violle.)

L'année biologique. Comptes rendus annuels des travaux de biologie générale, publiés sous la direction de YVES DELAGE. Vingtième année : 1915. Paris, Lhomme, 1917; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Delage.)

Anais de Arzila, crónica inédita do século XVI por Bernardo Rodrigues, publicada per ordem da Academia das sciencias de Lisboa et sob a direcção de DAVID LOPES, tomo I (1508-1525). Lisboa, Academia das sciências, 1915; 1 vol. in-4°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 NOVEMBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce que l'ouvrage intitulé : *Les fondations de l'Académie des Sciences* (1881-1915), par M. PIERRE GAUJA, est en distribution au secrétariat.

GÉOLOGIE. — *L'Éocène inférieur de l'Aquitaine, et sa faune de Nummulites.* Note de M. **H. DOUVILLÉ**.

J'ai signalé dans une Note précédente l'influence quelquefois fâcheuse en Géologie des idées généralement admises; la question de l'Éocène inférieur en Aquitaine en est un exemple. Ce niveau est bien représenté par le gisement de Bos d'Arros dont la faune a été décrite par Al. Rouault dès 1850 (1); d'Archiac (*Monographie*, p. 124, 151, 153) en a décrit en 1853 les espèces caractéristiques, *Nummulites Lucasanus* et *Assilina granulosa-Leymeriei*. Malheureusement, de La Harpe, dans ses importants travaux sur les Nummulites, a confondu *N. Lucasi* avec *N. perforatus* (2), et comme cette espèce caractérise le Lutétien supérieur, Bos d'Arros se trouvait placé à ce niveau; tous les géologues qui ont suivi ont accepté cette assimilation.

Ce gisement est aujourd'hui perdu, mais l'École des Mines possède une bonne série de fossiles en provenant, recueillis anciennement par Étallon;

---

(1) *Mém. Soc. géol. de France*, 2e série, t. 3, 2e Partie.

(2) *Nummulites du comté de Nice et échelle des Nummulites* (*Bull. Soc. vaudoise des Sc. nat.*, vol. 16, n° 82, p. 205).

j'avais pu y trier un petit nombre d'échantillons se rapportant à *N. Lucasi;* je les ai communiqués à mon regretté ami Boussac qui désirait les étudier et il a reconnu : 1° que c'était une espèce bien distincte de *N. perforatus*, les granules étant principalement sur les filets, tandis que dans cette dernière espèce ils sont dans leurs intervalles, et qu'elle était représentée par des formes microsphériques B et mégasphériques A : 2° que de toutes les espèces granuleuses, « c'est celle qui présente les caractères les plus primitifs [1] ». Elle était donc moins évoluée que *N. lævigatus*, dont l'apparition caractérise le Lutétien inférieur, d'où cette conséquence que son niveau devait être considéré au moins comme Yprésien. Mais Boussac n'ose pas aller jusque-là et il se borne à faire descendre le niveau en litige dans le Lutétien inférieur.

Cependant de La Harpe avait déjà cité dans ces couches à Piétat *N. planulatus* et j'avais moi-même retrouvé cette espèce à la gare de Gan, mais Boussac se refusait à accepter ces déterminations, en s'appuyant sur de légères différences dans l'épaisseur de la lame spirale, caractère qui, comme je l'ai déjà indiqué, semble n'avoir qu'une valeur secondaire.

Une découverte très importante de M. Stuart Menteath venait du reste de changer complètement la face de la question; une coupe relevée par lui en 1882 [2] permettait de distinguer, au-dessous du poudingue de Palassou, trois systèmes de couches :

I. *Couches supérieures de Gan*, comprenant les argiles sableuses du n° 1 de la coupe, souvent colorées en jaune ou en rouge par l'oxyde de fer, et les marnes de la partie supérieure du n° 2; elles renferment la faune dite de Bos d'Arros. Épaisseur : 200^{m} environ.

II. *Couches moyennes de Gan*, correspondant à la plus grande partie du n° 2; ce sont des marnes d'un gris bleuâtre, devenant schisteuses et assez dures vers la base. Épaisseur : 400^{m} environ.

III. *Couches inférieures de Gan*, constituées par les assises n°s 3 et 4 : argiles sableuses très fossilifères avec intercalations de couches minces plus dures; les Nummulites y abondent ainsi que les Assilines. Je reviendrai plus loin sur les caractères de cette faune. Épaisseur : 200^{m} environ.

---

(1) *Études paléontologiques sur le Nummulitique alpin* (*Mém. Carte géol. détaillée de la France*, 1911, p. 53).

(2) Stuart Menteath et Douvillé, *Le terrain éocène de Bos d'Arros* (*Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 594).

J'ai fait observer précédemment [1] que ces couches étaient en réalité inférieures au Lutétien, dont les niveaux inférieurs sont bien caractérisés dans la localité peu éloignée de Saint-Barthélemy. En les rangeant dans le même étage, on arrivait à lui donner une épaisseur inadmissible ; il fallait donc les faire descendre dans l'Éocène inférieur, et je me suis demandé alors quelle était, au point de vue stratigraphique, la position réelle de ces couches.

M. Carez, dans son monumental ouvrage sur les Pyrénées [2], a montré que les couches de Bos d'Arros se prolongeaient vers l'Est, par Pontacq, Ossun, Bénac et Orignac, tout en diminuant d'épaisseur et en prenant un caractère plus littoral. On distingue toujours, au-dessous du poudingue de Palassou, les trois mêmes systèmes de couches, la partie moyenne étant toujours formée par le prolongement des marnes bleues; le système supérieur devient sableux, tandis qu'à la base on voit affleurer des calcaires à Alvéolines avec grains de quartz. La faune est toujours la même, *N. Lucasi* et *Ass. granulosa-Leymeriei* [3] : elle est citée au delà de la vallée de l'Adour et plus loin encore jusqu'à la vallée de l'Arros où à Gourgue on voit apparaître les *Milioles* dans le système inférieur.

Les affleurements disparaissent sous le plateau de Lannemezan, mais après une courte interruption, on les retrouve au delà, bien caractérisés, dans les petites Pyrénées de la Haute-Garonne et de l'Ariège : il me suffira de citer les travaux de Leymerie (1862), de Pouech (1869), de Roussel [4] (1887 et 1904). Les coupes sont ici très intéressantes, parce qu'elles montrent une continuité parfaite entre le Crétacé et le Tertiaire, les couches de passage, constituées par des calcaires à *Miliolites* et des calcaires à *Echinanthus*, présentant le même faciès dans les deux terrains.

Au sommet, dans la Haute-Garonne, les poudingues de Palassou alternent à leur base avec des couches marines, tandis que plus à l'Est, dans l'Ariège, ils renferment des intercalations de calcaire lacustre avec *faune lutétienne*. Les couches situées au-dessous, qui se prolongent jusque dans les Corbières et la Montagne noire, ont été réparties avec raison par les géologues qui les ont étudiées dans les trois étages Yprésien, Sparnacien

---

(1) *C. R. sommaire des séances de la Soc. géol.*, 7 avril 1913 et 21 juin 1915.

(2) *Mém. Carte géol. dét. de la France*, 1904, fasc. 2, p. 920.

(3) Les déterminations citées par M. Carez sont un peu anciennes et auraient besoin d'être revisées : *N. scaber* est certainement *N. Lucasi*.

(4) Tableau stratigraphique des Pyrénées (*Bull. Carte géol.*, n° 97).

et Thanétien. Au sommet ce sont des marnes, des grès et des calcaires avec *N. atacicus* et *Velates Schmiedeli;* au milieu c'est un niveau surtout formé de marnes bleues ou grises, tandis que la base est caractérisée par des calcaires à *Miliolites* et par *Oriolampas Michelini*. Dans ces couches, d'Archiac a cité *N. Lucasi* et *Ass. Leymeriei* ([1]). On voit que nous retrouvons partout les trois mêmes systèmes de couches et que leurs affleurements peuvent être suivis d'une manière presque continue sur toute la bordure des Pyrénées jusqu'à Bos d'Arros et jusqu'à Gan. Nous serons en droit d'en conclure que là également ils représentent les trois étages de l'Éocène inférieur, Yprésien, Sparnacien, Thanétien, tandis que les premières assises du poudingue de Palassou représentent le Lutétien.

L'attribution au Thanétien des couches n°s 3 et 4 de Gan est particulièrement intéressante, parce qu'elle nous montre qu'à cette époque la famille des Nummulites était déjà largement développée; je vais passer rapidement en revue les formes principales de ce niveau.

Une petite espèce est assez voisine des formes crétacées : c'est le couple *globulus* B-*Guettardi* A, avec ses filets du type radié simple.

A côté on distingue des formes plus grandes, plus évoluées : c'est le groupe du *N. atacicus*, B et A, avec ses nombreuses variétés : les formes types assez renflées présentent des filets réguliers, convexes en avant sur le bord externe, puis se rejetant plus ou moins en arrière en se rapprochant de la région centrale; ils dessinent ainsi une sorte de tourbillon. Dans certaines variétés de l'Yprésien (Montagne noire, Bos d'Arros), plus rares, les filets présentent des ondulations accentuées et deviennent ainsi fortement méandriformes. Des formes un peu plus grandes et plus minces se distinguent par des filets moins raides, moins réguliers et comme tremblés, c'est le type *planulatus* bien connu, représenté d'abord par la variété *incrassata*, de La Harpe, signalé déjà par cet auteur à Piétat près Bos d'Arros et dans le sondage de Cussac ([2]). Cette forme existe à Gan dès la base du niveau inférieur 4*a*.

Une dernière forme, plus grande, plus évoluée, apparaît dans les couches yprésiennes de Bos d'Arros; elle est très voisine de *N. distans*

([1]) D'Archiac, *Mém. Soc. géol.*, 2e série, t. 6, 2e Partie.

([2]) Cet échantillon a été figuré par de La Harpe; le dessin examiné à la loupe est complètement dépourvu de granules; il en est de même pour un échantillon du même sondage que j'ai sous les yeux. C'est donc à tort que Benoist a attribué cette variété à sa *N. aquitanicus*, caractérisée précisément par la présence des granules.

de Crimée avec sa forme extrême *N. irregularis*. Les filets sont plus irréguliers, plus contournés et plus serrés dans la partie centrale.

A peu près à tous les niveaux, on rencontre des formes très plates, à spire très lâche, et de taille plus ou moins grande, *N. Murchisoni*, formant presque le passage aux Operculines.

Ce qui donne à la faune primitive de Gan un caractère tout particulier, c'est que *toutes les formes sont accompagnées de variétés granuleuses*, les granules apparaissant d'abord au centre, puis envahissant les filets.

Ainsi à côté du couple *globulus-Guettardi*, nous distinguerons d'abord des formes présentant au centre un granule plus ou moins nettement délimité (*N. mamillaris* Rutimeyer); ces formes sont extrêmement variées, principalement dans la partie orientale du golfe (Payrouliès, Couiza); à côté des formes typiques renflées, on en rencontre d'autres de plus en plus aplaties, à spire lâche et à filets ondulés. D'autres granules apparaissent ensuite dans la partie centrale, ils deviennent de plus en plus nombreux, ils grossissent et finissent par envahir toute la surface; comme l'a très bien indiqué Boussac, ils sont placés sur les filets mêmes ou quelquefois font saillie sur les côtés. Ils sont disposés sur une spirale régulière correspondant à la spirale d'enroulement de la coquille. On observe ainsi un passage bien net du couple *globulus-Guettardi* à *N. mamillaris* et à *N. Lucasi* B et A.

N. atacicus est de même accompagné, dès 4 *a*, de formes granuleuses, dans lesquelles les granules plus ou moins développés sont disposés sur les filets ou à côté des filets exactement comme dans le groupe précédent; quelquefois même ils sont placés dans les intervalles des filets; certaines formes granuleuses un peu plus grandes, comme *N. aquitanicus* [1] paraissent se rattacher au groupe de *N. planulatus*.

En outre des formes que nous venons de citer, la faune thanétienne renferme en abondance *Assilina granulosa-Leymeriei* avec des variétés inermes (cf. *planospira*) et des variétés granuleuses où les granules sont disposés en spirale comme dans *N. Lucasi*. Il faut encore ajouter des Operculines très voisines de *Op. canalifera*.

La faune des couches supérieures, yprésiennes, diffère peu de celle des couches inférieures; *N. Lucasi* paraissait rare dans les couches de Bos d'Arros, mais elle a été trouvée abondamment dans les couches jaunes un peu plus élevées, à la gare même de Gan (nº 1 de la coupe). En réalité la

---

[1] Cité par Benoist à Fabas (Haute-Garonne) dans les couches à Operculines.

seule différence paraît résulter de l'apparition dans ces couches des grandes formes de *N. distans* et *N. irregularis*.

Les couches de Gan se prolongent également vers l'Ouest dans la région de Navarreux où M. Carez a recueilli *N. Lucasi* à Ogenne et Méritein.

Elles sont bien développées dans le Bordelais où elles ont été rencontrées dans tous les sondages. Ce sont les grès à Nummulites de Benoist, qui se montrent avec une épaisseur de 150m (1) environ au-dessous des calcaires lutétiens de Blaye à *Alveolina elongata*. J'ai entre les mains une bonne série de fossiles provenant de cette couche, recueillis autrefois par Benoist. La faune est exactement celle de Gan : *N. globulus-Guettardi* avec tous les passages aux formes typiques de *N. Lucasi* A et B, *N. atacicus* avec ses variétés granuleuses, *N. planulatus* et formes de passage à *N. aquitanicus-girondicus*, *Assilina granulosa-Leymeriei*, avec ses formes inermes (2).

Il est curieux de constater que cette faune disparaît presque complètement dans les couches plus littorales du Royannais, où les sables les plus inférieurs ne renferment que *N. globulus*, *N. planulatus* et *Operculina canalifera*, de même que *N. planulatus* a seul pénétré plus au Nord dans les couches plus froides du bassin parisien.

Les calcaires gréseux verdâtres avec *N. planulatus* et *Alveolina oblonga*, remaniés à la base du calcaire de Saint-Palais, représentent probablement le sommet de l'Éocène inférieur, et ces deux assises à *N. planulatus* du Royannais semblent bien correspondre aux deux niveaux signalés dans la Chalosse par Jacquot et Munier-Chalmas (3), couches inférieures à *N. planulatus*, *Alveolina oblonga* et *Oriolampas Michelini*, sûrement thanétiennes, et calcaires blancs à *N. planulatus*, *N. Murchisoni* et *Alv. oblonga* qui représentent probablement l'Yprésien.

On voit donc que l'Éocène inférieur est largement développé dans le golfe aquitanien, sa faune paraît avoir peu varié pendant cette période contrairement à ce qui se passe dans le bassin parisien. Mais déjà on a reconnu que le Sparnacien n'était qu'un épisode saumâtre et n'avait qu'une

---

(1) De 346m à 505m, dans le sondage du parc bordelais ; de 148m à 290m, dans celui de Cussac.

(2) Benoist a cité à tort dans ces couches *N. perforatus*, qu'il considérait, avec tous les géologues de cette époque, comme la compagne de *N. Lucasi*. Un carton de cette forme étiquetée par Benoist, que j'ai sous les yeux, ne contient que des variétés de *N. Lucasi*.

(3) *Comptes rendus*, t. 102, 1886, p. 1261.

valeur locale; de même le Thanétien du nord de la France correspond à une invasion des courants froids venant des régions boréales, et dont l'influence ne s'étendait probablement pas jusqu'au golfe de l'Aquitaine. Il est donc probable que dans la Mésogée les couches à *N. planulatus* représenteront tout l'Éocène inférieur; le faciès calcaire, correspondant à l'établissement d'un climat plus chaud, aurait peut-être apparu dans la Mésogée dès l'Yprésien, et seulement à l'époque du Lutétien, plus au Nord, dans l'Aquitaine (calcaire de Blaye) et dans le bassin de Paris (calcaire grossier).

La faune de l'Éocène inférieur, que nous venons de passer en revue, est des plus remarquables par sa richesse en Nummulites et par la variabilité extrême des types qui la constituent. C'est là un nouvel exemple de l'épanouissement exubérant que présente assez souvent les formes jeunes, lorsqu'elles se trouvent brusquement placées dans des conditions favorables; il suffit de rappeler le développement extraordinaire que présentent les Ammonites, à leur apparition dans le Trias.

ZOOLOGIE. — *Sur la classification des* Eupotamonea, *Crabes d'eau douce de la famille des Potamonidés.* Note de M. E.-L. Bouvier.

Au cours des recherches que je poursuis actuellement sur les Crustacés recueillis en 1912 par MM. Alluaud et Jeannel dans les hauts massifs montagneux de l'Afrique orientale, j'ai dû examiner un certain nombre de Potamonidés, et cette étude m'a conduit à passer en revue les formes très diverses qui constituent ce groupe. La Note que j'ai l'honneur de présenter résume la première partie des résultats systématiques qui sont le fruit de cette revision.

Les Potamonidés sont des Crabes d'eau douce plus ou moins capables de s'adapter à la vie terrestre dans les lieux humides. Ils habitent exclusivement les pays chauds et l'unique espèce de nos régions ne remonte pas au nord des contrées les plus méridionales de l'Europe; leur domaine embrasse les zones tropicales et subtropicales de toutes les parties du globe, depuis la plaine jusqu'à des altitudes assez grandes; ils y présentent une diversité de formes telles que, dans son importante monographie de la famille, Mlle Mary Rathbun [1] les répartit en 19 genres ou sous-genres

---

(1) M.-J. Rathbun, *Les Crabes d'eau douce* (*Nouv. Arch. du Muséum*, 4e série, t. 6, 7 et 8, 1904-1906).

qui comprennent ensemble plus de 320 espèces. Bien rares sont les familles de Crustacés qui atteignent ou dépassent un si haut degré de richesse.

Depuis Henri Milne-Edwards (1), tous les zoologistes s'accordent pour distinguer les formes de l'Ancien Continent de celles du Nouveau-Monde et pour les réunir dans des sous-familles différentes; mais dans tous les systèmes proposés jusqu'ici, les relations entre ces groupes étaient masquées par un choix défectueux ou par une subordination défectueuse des caractères. Pourtant M. Ortmann (2), et un peu plus tard Mlle Rathbun, ont fait de sérieux efforts pour établir dans cette famille des groupements naturels; le premier de ces auteurs la divise en quatre sous-familles (*Potamoninæ* et *Deckeniinæ* pour les espèces de l'Ancien-Monde, *Potamocarcininæ* et *Trichodactylinæ* pour celles du Nouveau) en prenant pour caractère fondamental la forme du méropodite des maxillipèdes externes, et en second lieu, la position des orifices respiratoires afférents; Mlle Rathbun donne le pas à ce dernier caractère, ce qui lui permet de séparer tout d'abord les *Deckeniinæ*, puis elle fait intervenir la largeur du front, ce qui amène l'isolement des *Gecarcinucinæ*, également de l'Ancien-Monde; elle sépare ensuite les *Trichodactylinæ* à cause de la longueur du méropodite de leurs maxillipèdes; enfin elle divise en deux sous-familles, *Potamoninæ* et *Pseudothelphusinæ* (*Potamocarcininæ* de M. Ortmann), d'après la structure du méropodite des mêmes appendices, les autres espèces caractérisées par la grande largeur de cet article.

Ces systèmes ne sont pas sans valeur et ils ont rendu d'importants services; mais ils dissimulent les affinités des sous-familles et bien souvent ils groupent des espèces à tous égards très différentes. Ce dernier point a été mis en évidence d'une manière frappante par M. Alcock (3) dans son excellente revision des Potamonidés de l'Inde; il résulte, en effet, du travail de ce zoologiste que les divers genres ou sous-genres de *Potamoninæ* réunissent fréquemment les espèces les plus disparates, et que les vraies Parathelphuses se composent en réalité d'un certain nombre d'espèces des genres ou sous-genres *Parathelphusa*, *Potamon*, *Potamonautes*, *Geothelphusa* tels que les conçoivent les précédents auteurs.

C'est en suivant une indication qui lui avait été donnée par M. Calman

---

(1) H. Milne-Edwards, *Observations sur les affinités zoologiques et la classification des Crustacés* (*Ann. Sc. nat. zool.*, 3e série, t. 20, 1853).

(2) A.-E. Ortmann, *Carcinologische Studien* (*Zool. Jahrb.*, Syst. B. 10, 1897).

(3) A. Alcock, *Catalogue of the Indian Decapod Crustacea in the Collection of the Indian Museum*. Part. I, fasc. 2 : *Potamonidæ*; 1910.

que M. Alcock est arrivé à ce résultat. Stimpson avait noté que le dernier article du palpe mandibulaire est simple chez certains Potamonidés, tandis que chez d'autres il est profondément divisé en deux lobes lamelleux qui embrassent la partie antérieure du tranchant mandibulaire; sur la suggestion de M. Calman, M. Alcock a recherché ces deux caractères si différents chez les Potamonidés indiens et cette étude comparative a été féconde en heureux résultats; les groupements génériques proposés par M. Alcock sont de toute évidence, beaucoup plus naturels que ceux adoptés jusqu'à lui.

L'essai de M. Alcock se limitait aux espèces indiennes, c'est-à-dire à une petite partie seulement des Crabes d'eau douce de l'Ancien-Monde; il était intéressant de savoir s'il pouvait être étendu, avec profit, aux Potamonidés du monde entier. Grâce aux riches collections du Muséum, déterminées avec un soin minutieux par Mlle Rathbun, j'ai abordé ce problème et je suis arrivé aux résultats suivants.

Les Potamonidés forment deux groupes divergents que j'appelle *Eupotamonea*, *Parapotamonea*, représentés l'un et l'autre dans l'Ancien-Monde et dans le Nouveau. Les espèces du *premier groupe* (*Eupotamonea*) se distinguent toutes par la structure et la disposition du dernier article de leur palpe mandibulaire qui est simple, allongé, lamelleux et qui se place en avant et un peu en dessous du bord antérieur de la mandibule; elles se font remarquer en outre par leur hiatus orbitaire interne qui est presque toujours fort large, par la forme régulièrement triangulaire de l'abdomen du mâle et du dernier article de cet abdomen, enfin par la structure des verges (appendices abdominaux de la première paire) qui s'atténuent en pointe. Ce groupe comprend deux sous-familles, les *Potamoninæ* où le méropodite des maxillipèdes externes est pour le moins aussi large que long, où les segments abdominaux sont toujours libres, où la verge s'atténue régulièrement en pointe, et les *Trichodactylinæ* qui se distinguent par la longueur prédominante du méropodite, par la fusion fréquente des segments abdominaux 2 à 6 et par la structure des verges qui se terminent en fuseau aigu. Les *Potamoninæ* habitent l'Ancien-Monde, les *Trichodactylinæ* le Nouveau; l'intermédiaire entre ces deux sous-familles est l'*Erimetopus Brazzæ* A. Milne-Edwards, qui se trouve en Afrique orientale dans la région du Congo.

Les espèces du *second groupe* (*Parapotamonea*) sont toutes remarquables par la structure du dernier article de leur palpe mandibulaire qui est largement et profondément bilobé et qui présente avec le tranchant mandibulaire

les rapports indiqués plus haut; elles se distinguent en outre par la réduction de leur hiatus orbitaire qui est étroit ou nul, et par l'indépendance constante de tous leurs segments abdominaux. On doit les répartir également en deux sous-familles, les *Gecarcinucinæ* qui habitent l'Ancien-Monde et les *Pseudothelphusinæ* qui se localisent dans le Nouveau. Dans la première, les verges s'accroissent régulièrement en pointe comme chez les Potamoninés, mais l'abdomen du mâle se rétrécit fréquemment dans ses deux tiers postérieurs, le sixième segment s'allonge et le dernier présente la forme d'une languette; dans le second, les verges se dilatent et sont brusquement tronquées au sommet, tandis que l'abdomen du mâle reste triangulaire, comme chez les Potamoninés et Trichodactylinés.

Le passage entre les deux groupes n'est pas aussi net que dans la série précédente; pourtant l'abdomen de plusieurs Gécarcinucinés (*Barythelphusa napeæ* Alc., *Parathelphusa Blanfordi* Alc.) présente les ressemblances les plus étroites avec celui des Pseudothelphusinés, chez certains de ces derniers (*Pseudothelphusa magna*, *propinqua*, *lindigiana* Rathb.) la carapace est dorsalement convexe et faiblement carénée sur ses bords latéro-antérieurs, comme dans les Gécarcinuciniens les plus normaux; dans quelques espèces de ce dernier groupe (et notamment dans *Barythelphusa Jacquemonti* Rathb.) elle est au contraire large, presque plate, crénelée sur les bords et dorsalement sillonnée par une suture cervicale profonde à la manière qui caractérise le plus grand nombre des Pseudothelphusinés; enfin l'exopodite des maxillipèdes extérieurs subit dans les deux groupes la même réduction progressive, encore que cette réduction soit plus fréquente et poussée plus loin chez les Pseudothelphusiens que chez les Gécarcinuciniens.

Par l'ensemble de leurs caractères, mais surtout par la structure du palpe de leurs mandibules, les *Eupotamonea*, ou formes du premier groupe, apparaissent comme plus primitives que les autres et plus voisines de la souche carcinienne d'où sont issus les Potamonidés; chez certaines d'entre elles même (espèces du genre *Potamon* s. str.) les trois articles des palpes sont encore bien distincts et ordinairement libres comme dans la souche, alors que dans toutes les espèces du deuxième groupe, et dans les espèces évoluées du premier, l'article basilaire ne peut plus être distingué du suivant avec lequel il est fusionné. On ne saurait douter par suite que les *Parapotamonea* dérivent des *Eupotamonea*, et de quelques formes propres à la sous-famille des *Potamoninæ*; dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible de préciser la nature de ces formes, mais j'ai pu constater

que chez deux espèces malgaches appartenant à cette sous-famille, l'*Hydrothelphusa agilis* A. Milne-Edwards et l'*Acanthothelphusa antogilensis* Rathb., l'article terminal des palpes mandibulaires se complique par le développement d'un lobe supérieur assez réduit, mais déjà bien séparé de l'autre.

Les caractères introduits dans la classification par M. Alcock ont permis de modifier avec profit les groupements génériques ou subgénériques dans la sous-famille des *Potamoninæ* : les sous-genres *Potamon*, *Potamonautes*, *Geothelphusa* se sont trouvés réduits au bénéfice des Gécarcinucinés, tandis que le genre *Potamon* s'enrichissait du sous-genre *Potamiscus* établi pour les espèces où disparaît totalement le fouet des maxillipèdes externes. Mais les recherches de M. Alcock se sont limitées aux formes indiennes, et d'autres modifications s'imposent lorsqu'on passe en revue les espèces du monde entier. Tout d'abord il convient d'établir dans la sous-famille des *Potamoninæ* deux tribus, suivant que les orifices expiratoires se trouvent à leur place normale, loin du front, ou atteignent le bord même de ce dernier; la première, très vaste, sera la tribu des *Potamonæ*; la deuxième, celle des *Deckeniæ*, qui se réduit aux seules espèces du genre africain *Deckenia*. Quant aux *Potamonæ* eux-mêmes, ils appartiennent à deux types qui ont des facies et des caractères bien différents : les uns se rangent autour des espèces rangées par Latreille (1819) dans le genre *Thelphusa* et désignées antérieurement par Savigny (1816), sous le nom de *Potamon*; les autres, dans le voisinage plus ou moins immédiat d'une intéressante forme africaine pour laquelle A. Milne-Edwards établit le genre *Hydrothelphusa*, en 1872. Ces dernières tendent manifestement vers les espèces américaines qui constituent la sous-famille des Trichodactylinés et présentent, comme elles, une armature de fortes dents ou d'épines multiples sur les bords latéro-antérieurs de la carapace; les autres sont toujours dépourvues de cette armature et présentent tout au plus une légère pointe épibranchiale au point où la crête dorsale thelphusienne vient rencontrer les bords latéro-antérieurs. Nous rangeons les espèces de ce groupe dans le genre *Potamon*, celles de l'autre dans le genre *Hydrothelphusa*.

Le genre *Potamon* a perdu beaucoup de son importance au profit des Gécarcinucinés; toutefois il représente encore un grand ensemble et l'on doit y maintenir, comme sous-genres, ce qui reste des divisions subgénériques connues sous les dénominations plus ou moins récentes de *Potamon* s. str., *Potamonautes*, *Geothelphusa* et *Potamiscus*; les trois premiers sous-genres se distinguent par le développement de leur crête post-frontale qui est continue dans les *Potamonautes*, divisée par des lacunes dans les *Potamon*,

très réduite ou nulle dans les *Geothelphusa*; on sait que les espèces du sous-genre *Potamiscus* ont pour caractère distinctif la disparition ou l'atrophie du fouet exopodial des maxillipèdes externes. Les *Potamon* et *Geothelphusa* sont répandus partout dans l'Ancien-Monde, tandis que les *Potamonautes* semblent bien être localisés exclusivement en Afrique et les *Potamiscus* dans l'Indo-Australie.

Le genre *Hydrothelphusa* se divise lui-même en plusieurs sous-genres, dont un nouveau pour lequel je proposerai la dénomination de *Lobothelphusa*. Ce sous-genre comprend toutes les espèces indiennes rangées par M. Alcock dans le sous-genre *Acanthothelphusa* qui fut établi par M. Ortmann en 1897 et qui a pour type, ainsi que le reconnaît M. Alcock lui-même, l'*Ac. nilotica* Edw. Or le méropodite des chélipèdes de cette espèce ne présente pas trace de la forte épine antéro-dorsale qu'on observe dans toutes les espèces indiennes décrites sous le nom d'*Acanthothelphusa*; par contre, il est armé en dessous et en avant d'une autre dent ou épine qui semble bien manquer à ces dernières; j'ajoute que celles-ci ne portent pas d'épine accessoire au bord interne du carpe, tandis que cette épine est très bien développée dans l'*Acanthothelphusa nilotica*. Il y a donc lieu de séparer complètement ces deux formes, de laisser le nom d'*Acanthothelphusa* aux espèces qui présentent les mêmes caractères que l'*A. nilotica* et de réunir les autres dans un groupe subgénérique nouveau pour lequel je propose le nom de *Lobothelphusa*; ces dernières sont indiennes et se répandent vraisemblablement dans toute l'Indo-Australie; les *Acanthothelphusa*, au contraire, semblent localisées en Afrique et dans les îles avoisinantes de la mer des Indes; ainsi que j'ai pu le constater avec les matériaux du Muséum, elles sont représentées par six espèces que Mlle Rathbun mettait au nombre des Parathelphuses : l'*Acanthothelphusa antogilensis* Rathb. qui habite Madagascar, et cinq espèces africaines, les *Ac. nilotica* Edw., *Pœcilei* A. M.-Edw., *Chavanesi* A. M.-Edw., *Campi* Rathb. et *Marchei* Rathb.

Le genre *Hydrothelphusa* comprend lui-même trois sous-genres : les *Hydrothelphusa* s. str. représentés par une espèce malgache (*H. agilis* A. M.-Edw.), les *Platythelphusa* A. M.-Edw. qui habitent les lacs de l'Afrique orientale, et les *Erimetopus* Rathb. dont on ne connaît qu'une espèce (*E. Brazzæ* A. M.-Edw.) qui semble particulière au Congo. Les *Erimetopus* se distinguent de ces deux derniers sous-genres par l'épine antéro-dorsale du méropodite de leurs chélipèdes: ce caractère les rapproche des Lobothelphuses, mais ils ressemblent à l'*Hydrothelphusa agilis* par la puissante garniture de granules qui occupe leur bord frontal et par la faible dimension transver-

sale de leur carapace; enfin ils tiennent également des Acanthothelphuses à carapace étroite, surtout de l'*A. antogilensis* qui se distingue comme elles par l'atrophie à peu près complète de la crête thelphusienne. Ainsi les *Erimetopus* présentent des affinités multiples avec les autres Hydrothelphuses; d'ailleurs, comme l'ont noté A. Milne-Edwards et M[lle] Rathbun, ils ressemblent étrangement aux *Trichodactylus* et semblent bien être les descendants directs des espèces qui donnèrent naissance aux Trichodactylinés américains.

ENSEIGNEMENT. — *L'enseignement agricole libre.*
Note de M. **Georges Lemoine.**

J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie des Sciences une étude que je viens de publier dans le *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale* (septembre-octobre 1917) sur l'enseignement agricole libre.

Ce travail est destiné à compléter l'exposé si intéressant fait par notre éminent confrère M. Tisserand sur l'enseignement agricole officiel donné par l'État et sur les améliorations dont il paraît susceptible (¹).

J'avais déjà, à la suite de la Communication de M. Tisserand, appelé de vive voix l'attention de l'Académie sur les écoles d'Agriculture libres dues à l'initiative privée. En recueillant de nombreux renseignements sur ce sujet, j'ai été de plus en plus frappé de leur importance.

Les trois principaux établissements spéciaux d'enseignement agricole libre fondés en France sont :

L'École supérieure d'Agriculture d'Angers, fondée en 1898, sorte d'annexe de l'Université libre d'Angers;

L'Institut agricole de Beauvais, établi en 1854 par les Frères des Écoles chrétiennes et transformé en 1904, tout en gardant à peu près la même organisation :

L'École d'Agriculture de Hauterive-Grangeneuve près Fribourg (Suisse), fondée autrefois, dès 1824, à Saint-Rémy-sur-Amance (Haute-Saône), par la Société des Marianistes auxquels appartenait également le collège Stanislas à Paris, et transférée en 1903 en Suisse où elle est l'École d'Agriculture de l'État de Fribourg.

Il existe en outre, dans les diverses régions de la France, diverses écoles

(¹) *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 621; t. 164, 1917, p. 616; *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale*, janvier-février 1917.

libres spéciales d'Agriculture qui donnent l'enseignement à tous les degrés et qui rendent de réels services.

En dehors de ces écoles spéciales, sous l'influence de la *Société des Agriculteurs de France* et des unions de syndicats qui s'y rattachent, des cours d'Agriculture ont été adjoints aux classes ordinaires dans un grand nombre d'établissements libres d'enseignement primaire supérieur. Leur importance est généralement rehaussée par des *examens-concours* confiés à des délégués de la Société. L'Union des syndicats agricoles du Sud-Est a de même encouragé pour les jeunes filles des cours ménagers agricoles post-scolaires et leur a assuré une sanction par des examens de deux degrés différents.

Enfin, depuis 1913, un enseignement agricole post-scolaire par *correspondance* a été organisé par l'Union du Sud-Est des syndicats agricoles dont le siège est à Lyon. Les élèves adhérents reçoivent chaque mois de l'Union le programme d'études avec l'indication d'un devoir écrit qui leur est ensuite renvoyé corrigé : des moniteurs émanant du syndicat local dirigent ce travail sur place.

Ces divers enseignements agricoles, dus à l'initiative privée, appartiennent à des types très différents : différents, non seulement d'après les buts variés qu'on se proposait d'atteindre, mais aussi d'après les besoins spéciaux qu'on voulait satisfaire et suivant les régions où l'on était installé. Les jeunes gens qui veulent devenir vraiment agriculteurs et non pas *fonctionnaires* peuvent prendre ainsi, suivant leurs projets d'avenir, une instruction spéciale plus ou moins développée, tantôt plus théorique, tantôt plus pratique.

On voit qu'aujourd'hui l'enseignement agricole libre a fait ses preuves; malgré toutes sortes de difficultés il a produit de très grands résultats. Il est plus que jamais désirable de le laisser se développer sous toutes ses formes. Il réalise pour l'État, au milieu de formidables difficultés financières, une économie très sérieuse, car il peut vivre sans aucune subvention, surtout à cause des exploitations agricoles rémunératrices jointes aux diverses écoles. Il mérite de n'être pas ignoré. Au lendemain de la guerre, la France aura besoin d'utiliser les forces vives de tous ses enfants : l'agriculture doit être chez nous une base essentielle des renaissances sociales et nationales.

RAPPORTS.

Rapport sommaire de la Commission de Balistique, par M. **P. Appell**.

La Commission a reçu le 29 octobre 1917 un Mémoire de M. **Esclangon**, *Sur certains phénomènes de condensation qui accompagnent les projectiles en marche; le problème de la stabilisation de certains projectiles.*

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire de l'Académie impériale du Japon** fait part de la mort du baron *Dairoku Kikuchi*, président de cette Académie, survenue le 20 août 1917, à Tokyo.

M. **Louis Roule** adresse un Rapport relatif aux travaux qu'il a exécutés à l'aide de la subvention qui lui a été accordée sur la *Fondation Loutreuil*, en 1916.

MM. **Andrade**, **L. Gentil**, **A. Guillaumin**, **H. Jumelle**, **de Lamothe**, **M. Molliard**, **V. Moreau**, **A. Schaumasse**, **Villat** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

MM. **Marcel Garvin** et **Albert Portevin**, MM. **R. Ledoux-Lebard** et **A. Dauvillier** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur la *Fondation Loutreuil*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° *Genera Insectorum*, dirigés par P. Wytsman. 64ᵉ fascicule, *Coleoptera*, fam. *Pselaphidæ*, par H. Raffray. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

2° *La statique des fluides. La liquéfaction des gaz et l'industrie du froid*, par E.-H. Amagat et L. Décombe. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

3° *Problèmes d'après guerre. La réforme de l'éducation nationale*, par Georges Hersent.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une équation fonctionnelle et les courbes unicursales sphériques.* Note (¹) de M. W. de Tannenberg.

1. Les équations paramétriques d'une sphère de rayon égal à l'unité, mises sous la forme ordinaire, sont

$$(1)\quad \begin{cases} 1+z=\dfrac{2u}{u+v}, & x+iy=\dfrac{2uv}{u+v}, \\ 1-z=\dfrac{2v}{u+v}, & x-iy=\dfrac{2}{u+v}. \end{cases}$$

Soit $\varphi(t)$ une fonction entière de degré n de la variable *réelle* t, mais ayant pour coefficient des nombres complexes.

Soit $\psi(t)$ la fonction *conjuguée* de $\varphi(t)$. Posons

$$u=\frac{\varphi(t)}{\psi(t)},\qquad v=\frac{\varphi(-t)}{\psi(-t)};$$

les équations (1) deviennent

$$(2)\quad \begin{cases} 1+z=\dfrac{\varphi(t)\psi(-t)}{D}, & x+iy=\dfrac{\varphi(t)\varphi(-t)}{D}, \\ 1-z=\dfrac{\varphi(-t)\psi(t)}{D}, & x-iy=\dfrac{\psi(t)\psi(-t)}{D}, \end{cases}$$

$$\varphi(t)\psi(-t)+\psi(t)\varphi(-t)=2D$$

et définissent une courbe unicursale sphérique de degré $2n$, dépendant de $(2n+1)$ paramètres. Cette courbe est imaginaire si t est une variable réelle, mais elle est évidemment *réelle* si t est une *imaginaire* de la forme

$$t=i\theta.$$

Un cas particulièrement intéressant est celui où

$$D=(1-t^2)^n=(1+\theta^2)^n,$$

car alors les expressions de x, y, z sont des polynomes de Fourier. Nous

(¹) Séance du 29 octobre 1917.

sommes donc conduits à résoudre l'équation fonctionnelle

$$\frac{1}{2}[\varphi(t)\psi(-t)+\psi(t)\varphi(-t)]=(1-t^2)^n, \tag{I}$$

où $\varphi(t)$ désigne une fonction entière à coefficients complexes de la variable *réelle t* et où $\psi(t)$ désigne la fonction *conjuguée* de $\varphi(t)$.

2. La résolution de l'équation fonctionnelle (I) résulte immédiatement de la proposition suivante :

Si $\varphi_n(t)$ est la solution la plus générale de degré n de l'équation (I), *celle de degré* $(n+1)$ *est définie par l'équation*

$$\varphi_{n+1}(t)=[\varphi_n(t)+t\psi_n(t)]e^{i\alpha_n} \qquad (\alpha_n=\text{const.}). \tag{3}$$

Cette relation de récurrence permet de calculer successivement les termes de la suite $(\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n, \ldots)$. Il suffit de remarquer que

$$\varphi_0=e^{i\alpha_0}, \qquad \psi_0=e^{-i\alpha_0}, \qquad \varphi_1(t)=[e^{i\alpha_0}+t\,e^{-i\alpha_0}]\,e^{i\alpha_1}.$$

3. Si, pour la symétrie, on pose

$$t_1=t_2=\ldots=t_n=t.$$

la relation (3) devient

$$\varphi_{n+1}(t)=[\varphi_n(t)+t_n\psi_n(t)]\,e^{i\alpha_n} \tag{4}$$

et fait correspondre à la fonction cherchée une fonction de n variables indépendantes $t_1, \ldots, t_n$, définie par la relation de récurrence (4). Cette fonction $\varphi_n(t)$ a la forme

$$\varphi_n(t)=\sum e^{i\omega}t_1^{p_1}t_2^{p_2}\ldots t_n^{p_n} \qquad (p_m=0 \text{ ou } p_m=1),$$

ω étant une fonction linéaire des paramètres $\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_n$.

On peut obtenir l'expression générale de $\varphi_n(t)$ en remarquant qu'elle se déduit immédiatement de la fonction correspondante

$$F_n(t)=\sum\omega\,t_1^{p_1}t_2^{p_2}\ldots t_n^{p_n}.$$

La relation de récurrence pour cette dernière est

$$F_{n+1}=(1-t_n)F_n+\alpha_n(1+t_1)(1+t_2)\ldots(1+t_n),$$

d'où

$$\begin{aligned}F_n=\ &\alpha_0\ (1-t_1)(1-t_2)\ldots(1-t_n)\\ &+\alpha_1\ (1+t_1)(1-t_2)\ldots(1-t_n)\\ &+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ &+\alpha_{n-1}(1+t_1)(1+t_2)\ldots(1+t_{n-1})(1-t_n)\\ &+\alpha_n\ (1+t_1)(1+t_2)\ldots\ldots\ldots(1+t_n).\end{aligned}$$

Ayant obtenu la fonction $\varphi_n(t)$ des n variables $t_1, \ldots, t_n$, il suffira de supposer

$$t_1 = t_2 = \ldots = t_n = t$$

pour obtenir l'expression cherchée.

4. Incidemment, on peut remarquer que la fonction $\varphi_n(t)$ des n variables indépendantes $t_1, t_2, \ldots, t_n$ satisfait à

$$\varphi_n(t)\psi_n(-t) + \varphi_n(-t)\psi_n(t) = (1 - t_1^2)(1 - t_2^2)\ldots(1 - t_n^2).$$

On en déduit trois fonctions x, y, z des variables $t_1, t_2, \ldots, t_n$ vérifiant l'équation

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1.$$

Ces trois fonctions sont *réelles* si $(t_m = i\theta_m)$, θ_m désignant une variable réelle.

HYDRAULIQUE. — *Sur les coups de bélier; calcul des pressions en un point quelconque de la conduite.* Note [1] de MM. **C. Camichel**, **D. Eydoux** et **M. Gariel**, présentée par M. Boussinesq.

Variations de pression au voisinage du distributeur. — Nous avons vérifié que les surpressions, provoquées dans les conduites à une seule caractéristique par une fermeture rapide ou lente, peuvent être exactement calculées par les formules de MM. Allievi et de Sparre.

Il en est de même pour les conduites à caractéristiques variables, à condition de prendre une valeur moyenne de la vitesse égale à $\dfrac{L}{\sum \dfrac{l_i}{a_i}}$, L désignant la longueur totale de la conduite.

Si l'on veut plus de précision et en même temps si l'on désire connaître la période apparente de la conduite, il faut employer les formules de M. de Sparre, relatives aux conduites subdivisées en deux ou trois tronçons [2]; nous avons montré que ces formules sont très bien vérifiées par l'expérience.

Pour les ouvertures, les mêmes formules s'appliquent. L'un de nous

(1) Séance du 15 octobre 1917.

(2) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1521; t. 163, 1916, p. 959; t. 164, 1917, p. 77 et 683.

a démontré et vérifié que si l'on a $\frac{2y_0^2 g^2}{v_1^2 a^2} < 1$, dans une conduite à caractéristique constante, le coup de bélier d'ouverture est indépendant de la vitesse v_1 qui s'établit dans la conduite et égal à $-y_0$, la durée d'ouverture étant inférieure à $\frac{2L}{a}$.

Transmission du coup de bélier le long de la conduite. — Dans le cas d'une conduite à caractéristique constante, nous avons vérifié par l'expérience qu'on peut calculer le coup de bélier ξ_x à une époque t, en un point de la conduite situé à une distance x du distributeur, en appliquant la formule

$$\xi_x = F\left(t - \frac{x}{a}\right) - F\left(t - \frac{2L - x}{a}\right),$$

en posant

$$F(t) = \xi_1 + \xi_2 + \ldots + \xi_n,$$

$\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ désignant les coups de bélier au distributeur aux époques

$$\tau, \quad \tau + \frac{2L}{a}, \quad \ldots, \quad \tau + (n-1)\frac{2L}{a} \qquad \text{avec} \qquad \tau < \frac{2L}{a}.$$

On calcule par une méthode analogue les coups de bélier aux divers points d'une conduite à caractéristiques variables.

Au point de vue de la répartition du coup de bélier, nos expériences ont mis en évidence trois cas de répartition remarquables :

a. Transmission intégrale, c'est le cas d'une conduite à caractéristique constante, que l'on ferme dans un temps égal à $\frac{2L}{na}$, le coup de bélier se transmet intégralement jusqu'au point situé à une distance $\frac{L}{n}$ de la chambre de mise en charge.

b. Répartition linéaire, c'est le caractère général des oscillations en masse [1] qui se produisent dans les conduites munies de réservoirs d'air importants, de cheminées d'équilibre, de pare-chocs.

Cette répartition linéaire ne doit pas être confondue avec la répartition linéaire des maxima de surpression [2], mise en évidence par M. de Sparre dans les conduites entièrement purgées, répartition que nous avons vérifiée expérimentalement.

c. Répartition sinusoïdale. — On démontre facilement que, lorsque la

---

(1) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 343.

(2) *Bulletin de la Société hydrotechnique de France*, n° 1, 1915.

courbe des pressions au distributeur prend la forme d'une sinusoïde, la pression et la vitesse le long de la conduite ont une répartition sinusoïdale.

Pour le vérifier, nous avons opéré sur une conduite de 105m de longueur pour laquelle les amplitudes des coups de bélier produits ont été observées au distributeur et au premier tiers amont. La fermeture était très rapide. Le rapport des amplitudes aux deux postes, d'abord égal à 1 (transmission intégrale), diminuait lentement et tendait vers 2, ce qui est bien conforme à la répartition sinusoïdale.

Comme la courbe des pressions tend toujours, quel que soit le phénomène initial, à prendre l'allure sinusoïdale, il peut se produire dans certains cas des surpressions plus grandes que celles prévues par la répartition linéaire; c'est ce qui donne de l'intérêt à la répartition sinusoïdale.

Influence de la perte de charge. — Une étude très complète a montré à l'un de nous que, pour les fermetures et ouvertures lentes ou rapides, les formules ordinaires donnaient, pour les premiers parcours de l'onde, des résultats concordant avec l'observation, à condition de prendre comme pression initiale la pression statique y_0 diminuée de la perte de charge.

Dans le cas d'une conduite de 220m de longueur, de 80mm de diamètre intérieur et de 5mm d'épaisseur, l'accord entre le calcul et l'observation a été très satisfaisant pendant quatre parcours aller et retour de l'onde le long de la conduite.

Résonances. — En employant la méthode du robinet tournant (1) sur des conduites à caractéristiques variables, nous avons trouvé que la première résonance correspond à la période apparente et les autres aux harmoniques impairs de la période $4\sum\frac{l_i}{a_i}$.

Pour la conduite citée (2), nous avons obtenu comme résonances :

	s
Période apparente	0,70
Troisième harmonique	0,31
Cinquième harmonique	0,18

Pour cette conduite, la période $4\sum\frac{l_i}{a_i}$ est 0s,93.

Nous avons constaté, pour les harmoniques impairs de la conduite précédente, les phénomènes du doublement de la pression statique et du minimum de débit comme dans le cas des conduites à caractéristique unique (3).

(1) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 343.
(2) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 548.
(3) *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 224.

Pour montrer l'importance de la période apparente et de sa résonance citons l'expérience suivante :

Sur une conduite ayant 350^{m} de longueur et $1^{m},20$ de diamètre et pour laquelle la pression statique au distributeur est 120^{m} d'eau, nous avons provoqué la résonance au moyen d'un robinet dont la lumière n'avait que $22^{mm} \times 48^{mm}$, soit 10^{cm^2} environ, et qui tournait avec une vitesse telle que la durée séparant deux ouvertures consécutives était $1^{s},36$ (voir première Note : Vitesse de propagation). Nous avons créé ainsi des variations de pression dont *l'amplitude totale représentait une colonne d'eau de* $72^{m},50$ de hauteur. L'expérience n'a pas été poussée plus loin.

On trouvera, dans un Mémoire qui sera prochainement publié dans un autre Recueil, le détail des recherches qui viennent d'être résumées.

ASTRONOMIE. — *Absorption de l'eau sur la Lune et les planètes.* Note de M. A. **Véronnet**, présentée par M. P. Puiseux.

Il semble bien établi que la surface de la Lune est aujourd'hui complètement dépourvue d'eau et que le travail d'érosion y fut toujours peu actif dans le passé [1].

D'autre part, nous connaissons la capacité d'absorption des roches de l'écorce terrestre par suite du refroidissement. Le calcul montre alors que, la masse de la Lune étant plus petite et sa surface relativement plus grande, l'importance de ses mers dut être beaucoup plus faible que sur la Terre et que son écorce a pu absorber toute l'eau superficielle. Il suffit d'admettre pour cela que la constitution de la Lune est analogue à celle de la Terre et formée à peu près des mêmes éléments.

M. A. Gautier a montré [2] que 1^{kg} de granit chauffé de 15° à 250° dégage $2^{g},3$ d'eau et $7^{g},3$ de 250° à 1000°, soit $9^{g},6$ en tout. On peut regarder ce dégagement comme régulier jusqu'à 900° et le prendre égal à 1^{g} par 100°. Ce nombre est à multiplier par 2 pour le porphyre et par 2,5 pour d'autres roches. Il mesure la quantité d'eau absorbée par le refroidissement des roches à partir de leur point de fusion.

D'autre part, Lord Kelvin a déterminé la loi de décroissance de la température superficielle d'un astre dans des conditions qu'on peut regarder comme suffisamment approchées de la réalité en première approximation. La fusion des roches ayant lieu vers 900°, la température initiale de l'écorce

---

(1) P. Puiseux, *Bull. de la Soc. astron. de France*, avril 1916.

(2) *Bull. Soc. chim. de France*, t. 25, p. 231 et 402.

a dû atteindre au moins ce minimum. J'ai calculé dans cette hypothèse la température en profondeur de kilomètre en kilomètre. En prenant pour zéro la température superficielle et un accroissement superficiel de 1° par 33^m, ou 30° par kilomètre, on obtient :

Kilomètres.......	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Température.....	0	292,7	539,8	713,4	817,1	868,4	889,6	896,7	899,3

La densité de l'écorce peut être prise égale à 2,5. En calculant alors en profondeur, de kilomètre en kilomètre, la quantité d'eau absorbée à la suite de cette chute de température, on trouve, dans le cas du granit, une quantité de 43^l par centimètre carré de surface, ce qui correspond à une couche d'eau de 430^m de hauteur.

En admettant comme température initiale une température suffisamment élevée, 3000° par exemple, l'accroissement de température devient sensiblement linéaire jusqu'à 900°, c'est-à-dire jusqu'à 30^{km}. On obtient alors 34^l par centimètre carré et une hauteur d'eau de 340^m.

Les deux limites de la hauteur d'eau absorbée sont donc très rapprochées, 340^m et 430^m. Cette hauteur dépend peu de la température initiale hypothétique. Comme l'absorption serait de 100^m pour les quatre premiers kilomètres dans le granit et que le taux d'absorption par les couches sédimentaires géologiques a été certainement beaucoup plus considérable, mais plus difficile à évaluer, on peut considérer une absorption de 400^m comme un minimum. On aura donc finalement, pour la hauteur d'eau absorbée par le refroidissement de l'écorce terrestre, $h = 400\alpha$, où α sera le coefficient moyen d'absorption par kilogramme des roches de l'écorce. Il est compris entre 1 et 2,5, ce qui donne une hauteur comprise entre 400^m et 1000^m.

D'après de Martonne (*Géographie physique*) la profondeur moyenne des mers et des océans est de 3650^m et ils occupent 0,725 de la surface du globe, ce qui donnerait une couche uniforme de 2700^m environ. La couche d'eau terrestre initiale, avant toute absorption, aurait donc été de 3100^m à 3700^m. Il est inutile de faire intervenir l'eau de constitution des roches, qui dépend de la masse et non de la surface.

Considérons maintenant la Lune ou une autre planète. Supposons d'abord que les éléments soient les mêmes que ceux de la Terre et dans les mêmes proportions. La quantité d'eau existante y sera proportionnelle à la masse. La profondeur de la couche primitive sera proportionnelle à la masse divisée par la surface, c'est-à-dire au produit du rayon par la densité,

ou encore à la pesanteur à la surface de l'astre. D'autre part, la profondeur de la couche absorbée sera à peu près la même que pour la Terre, le temps et la chute de température étant à peu près les mêmes. En appelant γ la pesanteur à la surface de l'astre, la profondeur moyenne de la couche d'eau restante sera donnée, d'après les nombres obtenus ci-dessus, par la formule

$$H = (2700 + 400\alpha)\gamma - 400\alpha.$$

Pour la Lune on trouve qu'il n'y a plus d'eau si $\alpha = 1,3$ valeur comprise entre les limites d'absorption des roches de l'écorce 1 et 2,5. Il est donc possible et probable que ce sont les roches de son écorce qui ont absorbé toute l'eau de notre satellite, par diffusion lente, au fur et à mesure du refroidissement.

Pour Vénus la masse est voisine de celle de la Terre. La hauteur d'eau primitive et actuelle serait à peu près la même que pour la Terre, 2300^m. Les conditions superficielles y seraient les mêmes, sauf pour la température qui atteindrait 90° à l'équateur et 70° à la latitude de 45°, d'après la température du Soleil et sa distance à Vénus. Ces conditions furent celles de la période secondaire sur notre globe, alors que le Soleil était un peu plus gros et un peu plus chaud. Vénus doit donc être entourée complètement d'une épaisse couche de nuages, ce qui explique le pouvoir réflecteur considérable de sa surface (0,88), le même que celui des nuages.

Pour Mars la hauteur d'eau restante, avec les limites de α, serait comprise entre 230^m et 630^m, avec un maximum de 900^m seulement au début. L'extension des mers a donc toujours été beaucoup plus faible que sur la Terre. Elle l'est encore davantage maintenant, ce qui explique la faible teneur en vapeur d'eau de son atmosphère, d'autant plus que sa température à l'équateur est probablement déjà descendue à près de 20° au-dessous de zéro, état que la Terre n'atteindra que dans quelques millions d'années.

Enfin pour Mercure la profondeur moyenne de ses eaux serait comprise entre 500^m et 860^m, mais sa température serait voisine de 220° à l'équateur et de 190° encore à 45°. Comme la densité de Mercure est plus forte que celle de la Terre, la proportion des éléments légers doit y être moindre. En supposant la profondeur de 400^m, la pression de cette couche serait seulement de 16 kg : cm². Elle serait complètement vaporisée à cette haute température. Il n'y aurait pas encore d'eau condensée à la surface de Mercure et la planète n'aurait pas d'enveloppe nuageuse comme Vénus, ce qui expliquerait son faible pouvoir réflecteur 0,16. La période astronomique de formation n'y serait pas encore terminée. Les périodes géologiques n'y seraient pas commencées.

La quantité d'eau initiale a été supposée proportionnelle à la masse. Mais la densité de la Lune et de Mars est plus faible que celle de la Terre : 0,61 et 0,69. On peut y considérer les éléments légers, et l'eau en particulier, comme plus nombreux et proportionnels au volume. On obtient pour la hauteur d'eau la même formule que ci-dessus, mais où γ est remplacé par le rayon. Il faut alors $\alpha = 2,5$ pour que l'absorption de l'eau soit complète sur la Lune. Cette valeur est dans les limites pratiques. Dans ce cas la hauteur d'eau sur Mars serait comprise entre 1000^m et 1300^m.

MAGNÉTISME. — *État magnétique de basaltes groënlandais.* Note (¹) de M. **Paul Mercanton**, présentée par M. Lippmann.

Si les variations de longue périodicité des éléments, déclinaison et inclinaison, du magnétisme terrestre nous sont relativement bien connues pour les trois derniers siècles et quelques rares points du globe, nous ignorons en revanche presque tout de ces variations au cours des âges anciens sur l'ensemble de la Terre. Dans une série de publications, et particulièrement dans *La méthode de Folgheraiter et son rôle en géophysique* (²), j'ai montré tout l'intérêt d'une étude systématique de l'aimantation naturelle des laves pour la résolution du problème.

Certaines laves, en effet, à la faveur des innombrables grains de magnétite dont elles sont pétries, prennent dans le champ magnétique terrestre, au refroidissement et à partir de la température de réapparition du magnétisme fort (point de Curie, magnétite = 580°), une aimantation permanente notable, et d'après tout ce qu'on en sait singulièrement tenace. Elle est dirigée comme le champ lui-même quand la pâte est homogène et de température uniforme. Si à cette même température la lave était bien solidifiée et si elle est restée *in situ* depuis lors, l'examen magnétométrique d'un échantillon quelconque, prélevé après repérage exact de son orientation géographique, indiquera, sans équivoque, la direction du champ terrestre à l'époque du refroidissement.

Cette méthode séduisante a fourni déjà des renseignements précieux. Il faut se garder cependant de l'appliquer à la légère; les cas semblent assez rares où les conditions théoriques sont parfaitement réalisées. Les coulées de lave épaisses ne présentent en général ni l'homogénéité de composition de la pâte, ni surtout l'uniformité de refroidissement exigées. Souvent les

(¹) Séance du 29 octobre 1917.

(²) *Archives de Genève*, 4ᵉ période, t. 22, 1907.

masses assez refroidies pour être déjà aimantées se déplaceront encore par rapport à leur situation initiale d'aimantation; on ne les retrouvera plus *in situ*. D'autre part, l'aimantation de la coulée ne sera pas uniforme.

Il importe donc de multiplier les contrôles afin d'asseoir un jugement définitif sur la méthode elle-même. Des échantillons de diabase, prélevés au Spitzberg en 1910, m'avaient donné des indications discordantes : certains dénonçaient une inclinaison magnétique boréale; d'autres, mais d'une autre coulée, une inclinaison nettement australe. J'ai profité de mon passage à Godhavn, dans l'île de Disco (Groënland ouest), au cours de l'expédition suisse transgroënlandaise (1912-1913), pour récolter quelques échantillons des basaltes tertiaires qui étagent leurs puissantes assises dans cette région. Ne songeant d'ailleurs à faire qu'un contrôle sommaire de leurs sens d'aimantation selon la verticale pour savoir s'ils révéleraient aussi des inclinaisons australes, et manquant d'outillage et de loisirs, je me suis borné à détacher des parois du canyon de la Röd-Elv des blocs diaclasés naturellement dans le plan horizontal et à repérer exactement leurs faces supérieure et inférieure. Je n'ai pas eu le temps non plus d'étudier comme il l'eût fallu la disposition des coulées dont provenaient les échantillons. Ceux-ci, au nombre d'une dizaine, sciés à l'émeri par M. Foretay, étudiant, avec toutes les précautions voulues pour l'exact repérage des faces géographiquement horizontales, ont fourni huit blocs cubiques variant entre 20^{mm} et 50^{mm} de longueur d'arête. Je les ai soumis à l'examen d'un magnétomètre sensible, spécialement construit sur mes indications par M. S. Meystre, ingénieur, dans mon laboratoire. Approchés le plus possible de l'instrument, sur un support permettant de lui présenter successivement leurs six faces, ces cubes ont provoqué des déviations allant de quelques millimètres à près de 20^{cm}, sur une échelle placée à 168^{cm}. Voici les résultats, très résumés :

a. Les blocs nos 1 et 5 avaient leurs faces horizontales inférieures magnétiquement Nord, leurs faces supérieures magnétiquement Sud; *l'inclinaison aurait donc été boréale lors de leur refroidissement.*

b. Les blocs nos 2, 3, 4, 6, 7, 8 avaient leurs faces horizontales inférieures magnétiquement Sud, les faces opposées Nord; *l'inclinaison aurait donc été australe lors de leur refroidissement.*

c. Même pour les petits cubes l'aimantation était très irrégulière, quoique fournissant sans ambiguïté les indications consignées sous *a* et *b*. Les cubes nos 2 et 4 étaient magnétiquement les plus homogènes. C'est pourquoi j'ai déterminé sommairement leur intensité d'aimantation rémanente; elle valait 0,006 C. G. S. en moyenne pour le no 2 et 0,004 C. G. S. pour le no 4. Ces valeurs sont très voisines de celles trouvées

par Pockels chez des basaltes d'Allemagne qui avaient été soumis, il est vrai, à des champs quelque vingt fois plus forts que le champ terrestre.

M. le professeur Dr Sigg, de Lausanne, a bien voulu, d'autre part, analyser l'échantillon n° 2, chimiquement et micrographiquement. Cette analyse, très soignée, a dénoncé un basalte franc, pétri d'abondants granules de magnétite.

En conclusion, il s'avère que certains basaltes de Disco, à l'instar de certaines diabases de l'Isfjord du Spitzberg, présentent une aimantation de sens opposé de celle que le champ terrestre engendrerait aujourd'hui. Il vaut donc la peine de s'assurer, par des études multipliées, si c'est à un renversement réel du champ terrestre ou au contraire à quelque cause relevant de la méthode même que tient ce résultat frappant.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la teneur en azote de houilles oxydées.* Note de M. **P. Mahler**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

La houille retient toujours une certaine quantité d'azote, quantité qui, pour le charbon pur, varie de 0,70 à 2,50 pour 100 environ, suivant les échantillons, les teneurs les plus élevées appartenant souvent aux houilles du niveau stéphanien.

On doit donc forcément tenir compte de la présence de l'azote dans l'étude de la formation, de l'altération et de la composition chimique des combustibles houillers. Ce point de vue a, depuis longtemps, attiré l'attention des chimistes [1].

Des analyses précises, confirmant les vues de M. H. Fayol, m'ont permis de montrer jadis que l'action de l'air sur la houille a pour principal effet d'oxyder et de déshydrogéner la matière organique, avec formation de matières ulmiques, et j'ai affirmé la généralité du phénomène [2]. Les chiffres que je publie aujourd'hui peuvent, dans les limites de mes expériences, donner une idée des modifications de la teneur en azote provoquées par cette décomposition. Ces chiffres sont des résultats de recherches

---

(1) Notamment, dans ces derniers temps, M. Maillard (*Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 1554, et *Thèse de doctorat*, 1913).

(2) *Contribution à l'étude des combustibles* (*Bulletin de la Société d'encouragement*, 1892), et H. Fayol (*Société de l'Industrie minérale*, 1879). — Cf. G. Charpy et M. Godchot, *Sur l'oxydation de la houille* (*Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 745).

entreprises, en 1913, sur certains échantillons, et interrompues par la guerre.

Les échantillons examinés venaient de Decazeville. On sait que la houille de Decazeville s'échauffe facilement sous l'action de l'oxygène, jusqu'à prendre feu spontanément. Or, à l'affleurement de Combes, dans le voisinage d'une intercalation de grès, on trouve des charbons à tous les degrés d'oxydation. C'est là que furent recueillies les prises d'essai, depuis le charbon à peu près intact, présentant 8000^{cal} à l'état pur, et 36 pour 100 de matières volatiles, jusqu'à des charbons profondément altérés, donnant 5200^{cal} et 52 pour 100 de matières volatiles.

Les teneurs en azote du Tableau ci-dessous ont été déterminées à l'aide de la méthode de Kjeldahl. La complaisance de M. Kling m'a permis de les contrôler dans ces derniers temps. Les proportions de matières ulmiques, mises en évidence, ont été évaluées approximativement, en comparant colorimétriquement des solutions alcalines colorées par un poids déterminé d'acide ulmique de la houille. On a pris toutes les précautions voulues pour peser l'eau hygroscopique et les cendres (¹).

Houille de Decazeville. Découverte de Combes.	Houille pure.				Houille brute.		
	Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Oxygène et soufre par différence.	Matières ulmiques pour 100.	Cendres pour 100.	Eau hygroscopique.
1...	81,40	5,30	1,70	11,60	< 0,5	4,3	3,9
2...	80,20	5,00	1,65	13,15	1	3,7	4,2
3...	73,00	3,90	1,60	21,50	5	10,1	14,0
4...	72,60	3,60	1,70	22,10	30	2,80	12,0
5...	»	»	1,70	»	50	18,4	19,0
6...	»	»	1,80	»	60	21	15,1
7...	»	»	1,90	»	65	9,90	15,0
8...	64,90	3,00	2,50	29,60	70	11,50	15,0

J'ai trouvé des résultats analogues avec la houille de Commentry : azote de la houille pure, 1,72 pour 100; azote de l'acide ulmique de la même houille, 1,80 pour 100.

En somme, les chiffres précédents montrent, une fois de plus, l'oxydation et la déshydrogénation du charbon sous l'action de l'air. La décomposition a eu, sans doute, pour effet de perdre une quantité importante de matière

(¹) P. Mahler, *Annales des Mines*, 1913.

organique, et, par conséquent, de l'azote, comme le témoigne la teneur élevée en cendres des échantillons très altérés.

Mais, abstraction faite des cendres et de l'eau, la proportion centésimale d'azote a gardé à peu près le même taux dans les échantillons oxydés que dans le charbon intact; sauf pour les houilles les plus profondément altérées, et presque complètement transformées en matières ulmiques, où la teneur en azote paraît cependant s'accroître en se rapprochant des teneurs rencontrées dans les matières ulmiques ordinaires, d'origine végétale.

Cette constatation, si d'autres expériences la généralisaient, offrirait quelque intérêt soit au point de vue chimique, soit au point de vue des emplois pratiques qu'on peut être amené à rechercher pour des houilles très oxydées, devenues d'assez mauvais combustibles.

GÉOLOGIE. — *Sur les conditions actuelles de gisement et sur l'origine lointaine des lignites triasiques des Alpes-Maritimes.* Note de M. **E. Maury**, présentée par M. Pierre Termier.

Les grands besoins en charbon qu'entraînent les circonstances actuelles ont eu pour effet de provoquer de nouvelles recherches dans des régions où se trouvent d'anciens gisements abandonnés jusqu'ici comme peu rémunérateurs; c'est ce qui a lieu dans les Alpes-Maritimes où il existe du lignite dont on connaît de nombreux gisements.

M. P. Jeancard a donné [1] les détails les plus intéressants sur ces lignites et il a fait une bonne description du bassin de Vescagne, dans la haute vallée de la Cagne, pour lequel il existe depuis longtemps une concession. M. P. Jeancard en a fait une étude géologique complète et a déterminé l'âge des deux niveaux principaux qui affleurent et qui n'ont pas malgré tout une épaisseur considérable. Il conclut de son étude que ce lignite occupe la partie supérieure des marnes irisées du Trias, presque immédiatement au-dessous des argiles vertes du Rhétien, un peu au-dessus des gypses. C'est bien à cette zone du Trias qu'il faut rapporter le lignite de Vescagne.

En même temps M. P. Jeancard a donné aussi dans sa Note une carte de la région, où sont marqués les divers gisements de ce lignite connus à l'époque; certains gisements nouveaux ne figurent donc pas sur cette carte.

Je me propose de compléter l'étude de M. Jeancard par quelques indica-

---

(1) P. Jeancard, *Note sur l'affleurement charbonneux de Vescagne* (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. 2, 1902, p. 933).

tions relatives à la tectonique, d'après les découvertes récemment faites dans la région.

Depuis l'étude de M. Jeancard, qui devait naturellement supposer que les assises de Vescagne étaient bien en place, les recherches géologiques de MM. Léon Bertrand et Lanquine ont fait connaître que les plateaux de Grasse appartiennent géologiquement à une nappe pyrénéo-provençale, qui, venant du Sud, s'est étalée vers le Nord en formant de nombreuses digitations. La racine de cette nappe n'est pas visible aujourd'hui.

Les assises lignitifères de Vescagne ne sont donc pas en place; elles proviennent d'une région plus au Sud, où le bassin de lignite dont elles dépendent devait se trouver. Si, à Vescagne, les assises ont été un peu déplacées les unes par rapport aux autres, malgré quelques accidents locaux, cela tient à ce que la masse des terrains secondaires a été déplacée tout entière vers le Nord, d'un mouvement d'ensemble et sans grand laminage des assises. Mais ailleurs le laminage intense est la règle; aussi les autres gisements sont-ils très discontinus et le lignite y est-il presque toujours complètement broyé.

Ainsi à Aspremont, où l'on exploite un gisement récemment découvert, le Trias contenant du lignite repose sur les assises crétacées, ou même sur les couches du Nummulitique à *Nummulites striatus*. Un peu au sud du gisement, au point où le Trias est coupé par la route de Nice à Aspremont, il est facile de voir que tout le Trias supérieur et le Rhétien sont réduits à 3^m ou 4^m d'épaisseur, entre les dolomies hettangiennes placées au-dessus et les calcaires marneux du Turonien fossilifère situés au-dessous. Au mont Agel, autre gisement récemment signalé, pareil fait se présente. Ici les argiles triasiques à lignite sont très étirées et peu épaisses; elles reposent sur le Cénomanien.

En étudiant chacun des gisements connus, on observe un fait tout à fait intéressant : c'est qu'il n'existe du lignite que dans les digitations, très nombreuses, de la grande nappe pyrénéo-provençale, toutes couchées vers le Nord et le Nord-Est. Les affleurements charbonneux sont toujours à la base de ces digitations, aussi bien dans la région de Grasse que dans le faisceau des plis du littoral.

Dans les autres plis de la zone alpine, plus récents que la nappe et qui sont poussés vers le Sud et le Sud-Ouest, on ne trouve plus de gisement continu de lignite dans le Trias et toujours ce Trias est considérablement laminé; le lignite ne s'y présente plus qu'en amas de courte longueur et presque toujours reposant sur des assises du Crétacé supérieur.

Un autre fait important à noter, c'est que, dans la région des Alpes-Maritimes où le Trias occupe son plus grand développement, là où la série est complète, avec une grande épaisseur et où toutes les assises sont peu inclinées et très peu plissées, c'est-à-dire dans la région au sud de Grasse, on ne trouve plus de lignite. Cela semble s'accorder avec les résultats tectoniques. Les plis de la nappe pyrénéo-provençale contenant du Trias à lignite dans leur axe ne proviennent donc pas de cette zone, cependant située au Sud, mais plutôt d'une zone plus méridionale encore, origine des racines des plis qui ont formé les digitations de la nappe : c'est sur les bords de l'anticlinal des Maures et de l'Estérel que devait se trouver le bassin à lignite : vers le milieu du Tertiaire, les plissements pyrénéens ont charrié vers le Nord les dépôts de ce bassin.

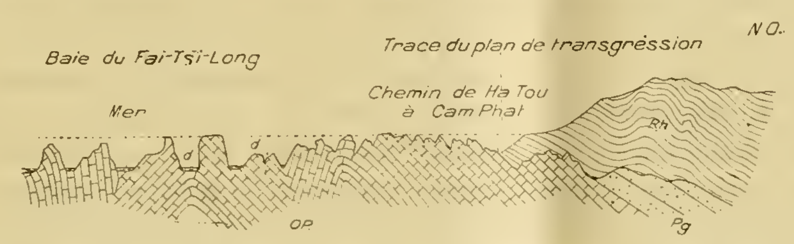
Cette notion de l'origine lointaine des lignites peut conduire à d'utiles conséquences, au sujet de la manière d'en rechercher et d'en exploiter les gisements. La couche charbonneuse est très discontinue; elle disparaît entièrement sur la plus grande partie de la zone charriée, à cause du laminage des argiles du Trias; elle peut apparaître en noyaux plus épais dans certains points et former ainsi des sortes de poches assez volumineuses, mais de peu d'étendue. C'est dire que l'exploitation de ce lignite, dont l'épaisseur maxima semble être donnée par les coupes de Vescagne, demande une grande prudence. On s'exposerait à des mécomptes si l'on attribuait une trop grande étendue à chacun de ces gisements. Il y a lieu de tenir compte aussi de la qualité habituellement médiocre du combustible, qui est souvent pyriteux, et qui se mélange plus ou moins intimement avec les argiles encaissantes, par suite du charriage et du laminage de ces couches triasiques.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence du Permien à Hongay et la structure de la bordure de la région rhétienne du littoral tonkinois dans les baies d'Along et du Fai-tsi-long.* Note de M. J. **Deprat**, présentée par M. Pierre Termier.

Devant attendre de compléter mes études commencées dans la région de Hongay, de la baie d'Along et des grandes îles du littoral tonkinois, pour en publier une description détaillée, je désire actuellement mettre en lumière les faits saillants qui régentent la structure de cette région.

1° *Contact du Rhétien et des terrains paléozoïques.* — Le terrain houiller rhétien dont le type le plus net se trouve représenté dans les dépôts de

Hongay s'étend, comme cela est connu depuis longtemps, de Sept Pagodes à Ké-bao. Ce Rhétien est en contact, dans toute la région de la côte, avec les calcaires ouralo-permiens de la baie d'Along et du Fai-tsi-long. On avait admis (¹) que la bordure méridionale du Rhétien coïncidait avec une grande faille, la *faille du littoral*, qui aurait été un grand accident tectonique. Mes observations m'obligent à renoncer à cette vue et à considérer cette limite autrement que comme une faille; en effet, partout où j'ai abordé le contact du Rhétien et de la région paléozoïque des îles, j'ai vu le Rhétien reposer transgressivement sur les terrains paléozoïques sous-jacents. La ligne de contact a été, grâce à l'érosion, dessinée d'une façon régulière, simulant un grand arc de cercle à faible courbure, à convexité tournée vers le Sud et passant par Hongay, et l'on avait admis une grande ligne de faille dans cette trace du plan de transgression (¹). J'ai pu relever nombre de coupes ne laissant place à aucune interprétation et montrant les grès rhétiens



OP. Calcaires ouralopermiens; *Pg.* Permien gréseux à *Productus graciosus; Rh,* Rhétien houiller; *dd,* cavités remplies par les dépôts meubles rhétiens et déblayés par l'érosion.

reposant sur les calcaires ouraliens qui plongent dessous. La figure ci-jointe en est un exemple.

Les sédiments rhétiens reposent tantôt sur les calcaires ouraliens à Fusulines, tantôt sur des lambeaux de grès permien à faciès gréseux, comme celui que j'ai observé à Hongay même. Ce Permien est intéressant parce que son faciès lithologique est celui des grès de Luang-Prabang. J'y ai recueilli : *Productus graciosus*, *Productus* sp., avec une faune de *Lyttonia* sp., *Retzia* sp., *Orthothetes* sp., *Spiriferina* sp., *Meekella* cf. *ufensis* Tsch., *Fenestella* sp. L'étude de cette faune sera reprise ultérieurement.

La transgression rhéticnne masque souvent le Permien gréseux et le plus souvent elle avance directement sur les calcaires ouraliens de la baie d'Along.

(¹) Lantenois, *Mémoires de la Société géologique de France*, 4ᵉ série, t. I, Mém. 4, p. 40.

En résumé, on doit retenir les deux faits suivants : présence du Permien à faciès gréseux dans la région de Hongay et substitution, à la grande faille du littoral, de la longue trace d'un plan de transgression. Je reviendrai plus tard en détail sur ces faits.

2° Ceci m'amène à envisager un autre point de vue concernant cette région. Une notion généralement admise au sujet de la baie d'Along est que cette masse curieuse de rochers découpés, verticaux, dans lesquels pénètre la mer, est le résultat d'un affaissement du littoral ayant permis l'envahissement par celle-ci de ce labyrinthe d'îles si singulier. Or c'est l'inverse qui s'est produit. J'ai observé dans toute l'Indochine, comme au Yunnan, des indices d'une netteté remarquable d'un relèvement général de la région; la côte n'a pas échappé à ce mouvement et se trouve entraînée à émerger lentement. Près de Hongay même, à l'île des Cerfs, des terrasses marines très récentes sont maintenant en étages surélevés au-dessus de la mer. En réalité, dans la baie d'Along, il y a réapparition d'une topographie postpermienne et antérhétienne par le processus suivant : les dépôts rhétiens ont rempli les cavités d'une région calcaire profondément sculptée par l'érosion et actuellement les courants déblaient ces dépôts meubles, mettant au jour la vieille topographie d'âge permien des calcaires; en sorte que le modelé si curieux des îles de la baie d'Along ne date pas de l'époque actuelle, mais de temps extrêmement reculés; et de plus la baie d'Along émerge lentement, loin d'être le résultat d'un effondrement : sa profondeur est, du reste, très faible. J'ai déjà montré, au Yunnan, un phénomène semblable : la réapparition actuelle d'une vieille topographie karstique des calcaires ouraliens et permiens inférieurs par déblaiement des grès sableux du Permien supérieur (¹). D'autre part, mes études récentes dans la région de Lang-son m'ont montré, de façon identique, l'Ouralien calcaire très sculpté dont les accidents topographiques sont peu à peu dégagés par l'érosion du Trias plus meuble qui les ennoie.

Nous nous trouvons ainsi transportés dans des temps très reculés, au milieu d'une topographie d'origine prodigieusement lointaine, exhumée par le travail de l'érosion dans des conditions spéciales dues au relèvement rapide d'origine épeirogénique.

(¹) *Étude géologique du Yunnan oriental*, p. 26.

CYTOLOGIE. — *Sur la métachromatine et le chondriome des* Chara. Note [1] de M. Marcel Mirande, présentée par M. Guignard.

Au cours de recherches cytologiques sur les *Chara*, je me suis assez longuement arrêté sur l'étude de la métachromatine et du chondriome, qui, dans ces plantes, ne me semble pas avoir été faite, et qui, d'ailleurs, d'une manière générale, constitue une question encore très controversée.

J'ai examiné un certain nombre d'espèces de *Chara*, notamment des variétés des *C. fœtida*, *fragilis* et *hispida*. Aucune ne m'a paru présenter, dans les divers organes de la plante, sur le vivant et à l'état figuré, de la substance métachromatique, c'est-à-dire des corpuscules de matières douées de métachromasie sous l'influence de certains colorants basiques.

De la substance métachromatique existe cependant en abondance, mais sous forme de solution dans les vacuoles, et, pour l'étudier, il faut avoir recours au procédé classique des colorations vitales.

Le filament primitif des *Chara*, issu de l'œuf et attenant encore à lui, se prête admirablement à l'observation; ce filament, formé de quelques cellules, offre notamment une longue cellule inférieure sans chlorophylle, hyaline, où le mouvement protoplasmique se prête à une étude commode; les longs rhizoïdes hyalins, issus en verticille du premier nœud de cette plantule, fournissent aussi un remarquable sujet d'étude. Dans la plante adulte, certaines espèces possèdent des entre-nœuds qui, quoique cortiqués et chlorophylliens, permettent cependant, avec certaines précautions et de la patience, d'étudier le protoplasme à l'état vivant; dans certaines espèces, les jeunes cellules des extrémités des rameaux, parfois en file de deux ou trois et assez longues, ne sont pas cortiquées et laissent bien voir, sous la couche protoplasmique chlorophyllienne immobile de la périphérie, la masse hyaline protoplasmique interne en mouvement. Les petites cellules nodales, les cellules jeunes et en divisions du sommet de la tige fournissent aussi d'intéressantes observations.

De bonne heure, ainsi qu'on le sait, le protoplasme des cellules de *Chara*, surtout dans les longues cellules internodales, se creuse d'une grosse vacuole centrale. Autour de cette grosse vacuole, une couche hyaline

[1] Séance du 29 octobre 1917.

protoplasmique est en mouvement rapide entraînant, dans sa marche, des microsomes et des corpuscules de grosseurs variées.

Le suc vacuolaire présente une puissante réceptivité pour les colorants vitaux. Dans les plantules, c'est la cellule de base, hyaline, qui se colore avec le plus d'intensité; au premier âge, le suc vacuolaire prend simplement la couleur bleue du bleu de crésyl ou du bleu de méthylène; les vacuoles des petites cellules du nœud inférieur à rhizoïdes et du nœud supérieur à jeunes rameaux verticillés et les cellules en file de ces rameaux font virer la couleur vers le violet ou le rouge, accusant ainsi la présence de métachromatine bien formée. Un peu plus tard, toutes les cellules, et surtout la cellule hyaline, accusent, dans leurs vacuoles, la présence d'une matière métachromatique.

Dans les longs rhizoïdes hyalins, l'axe est occupé par des files de vacuoles de toutes tailles et parfois par une ou plusieurs longues cavités vacuolaires; ces vacuoles se colorent presque toujours en violet, violet rouge ou rouge sous l'influence des colorants bleus.

Dans les tiges adultes enfin, les vacuoles fortement métachromatiques s'observent dans les entre-nœuds et les nœuds pas trop âgés; les cellules corticantes des entre-nœuds même jeunes ont peu de métachromatine et souvent en sont privées; les longs articles internodaux adultes ne possèdent généralement aucun pouvoir réceptif et ne se colorent donc même pas.

Si, après avoir traité la plante par un colorant vital, le bleu de crésyl, par exemple, on la soumet, sous le microscope, à l'action de l'alcool ou d'un fixateur quelconque, le mouvement protoplasmique s'arrête instantanément et l'on voit se former, dans toutes les vacuoles *colorées*, un précipité dont la forme varie un peu avec le réactif employé; en même temps, la vacuole se décolore complètement, et le colorant se portant exclusivement sur les corpuscules précipités leur donne une couleur violacée ou rougeâtre. Le précipité est ordinairement formé par des corpuscules irréguliers parfois assez gros, souvent accompagnés d'une grande quantité de granulations qui peuvent être très petites, isolées ou groupées en amas; les corpuscules ont quelquefois la forme de mâcles, d'aiguilles violettes ou rougeâtres, isolées, en amas, en aigrettes. En traitant ensuite par l'eau, les éléments du précipité prennent tout d'abord une teinte plus franchement rouge, puis se dissolvent peu à peu, de la périphérie au centre. Avant leur dissolution complète, un nouveau traitement par le bleu ne les colore plus que très faiblement et sans métachromasie.

L'observation du mouvement protoplasmique sous l'action des colorants vitaux est très instructive. Je n'en puis résumer ici que les traits principaux. Autour des vacuoles, le protoplasme en mouvement reste, le plus souvent, incolore, mais il n'est pas rare de voir se colorer en bleu (bleu de méthylène, de crésyl) beaucoup de fines granulations. Le système vacuolaire d'une cellule, même dans les longues cellules internodales où une observation rapide ne semble montrer qu'une seule grande vacuole axile, est ordinairement plus compliqué : ce système, changeant sans cesse d'aspect, est formé de nombreuses vacuoles périphériques entraînées dans le mouvement; de traînées vacuolaires, de filaments, çà et là ramifiés et anastomosés, fins canaux v cuolaires dont

beaucoup communiquent avec la grande vacuole; ces fins canaux, en perpétuelles transformations, présentent parfois des fragments isolés et se brisent souvent en fines granulations en file, puis disséminées. Dans les cellules jeunes, l'appareil vacuolaire est souvent formé d'un réticulum de fins canaux en perpétuel état de changement de forme. Cet appareil est toujours riche en métachromatine.

Il est certain que, dans quelques cas, on serait tenté de confondre cet appareil avec un chondriome dont il a l'aspect. Mais il faut remarquer que les fixateurs n'en fixent jamais la forme fugitive. Les précipités métachromatiques persistent parfois, en plus ou moins grande quantité, dans les matériaux fixés par des méthodes diverses; mais par leur répartition irrégulière, leur forme, même celle des plus petits corpuscules, ces précipités ne me semblent pas pouvoir être confondus avec les figures que font apparaître les méthodes mitochondriales.

Je ne crois pas que, dans les *Chara*, le système vacuolaire puisse être confondu avec un système chondrial. D'autre part, ce dernier système existe dans ces plantes. On peut le mettre en lumière, de préférence par la méthode de Regaud, dans toutes les cellules pas trop âgées, et dans la couche protoplasmique des articles internodaux qui, à l'état vivant, est animée de mouvement. Le chondriome est formé par de fines mitochondries granuleuses ou en très courts bâtonnets répartis dans tout le protoplasme, avec, parfois, dans les cellules jeunes, accumulation autour des noyaux. Je n'ai jamais observé de formes en filaments (chondriocontes) ou en chapelets de granulations (chondriomites).

ZOOLOGIE. — *Sur l'habitat du Thon* (Orcynus thynnus *L.*) *et ses déplacements littoraux dans la Méditerranée occidentale française.* Note (1) de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

Plusieurs de mes constatations antérieures, ayant porté sur le Thon erratique (ou hors de sa période reproductrice), m'ont conduit à soupçonner chez ce poisson l'existence d'une sténothermie complexe, qui le porte à se maintenir dans des eaux relativement tièdes et de densité élevée.

Mes observations présentes, dont je résume ici les résultats principaux, ont eu pour objet d'étendre cette dernière notion.

L'époque choisie a été le mois de septembre dernier, et la localité le port de Carro, principal centre de la pêche du Thon sur le littoral de la Provence, placé auprès du cap Couronne, et non loin des embouchures du Rhône, à la jonction de la côte Nord

(1) Séance du 29 octobre 1917.

du golfe de Marseille et de la côte Est du golfe de Fos. Cette situation particulière explique la diversité et l'importance des courants qui battent cette région, et dont on doit distinguer deux groupes principaux : les courants d'entre Est et Sud, les plus fréquents et presque constants en profondeur, qui amènent des eaux tièdes et denses venant du large; les courants d'entre Nord et Ouest, dont les uns charrient un mélange variable d'eaux douces du Rhône et d'eaux marines, dont les autres, plus rares, amènent, sous l'action du vent du Nord-Ouest, les eaux denses du fond du golfe de Fos.

L'œcologie actuelle du Thon sur cette côte offre un intérêt évident, en raison des déplacements manifestés par elle. Les anciennes madragues, autrefois installées en série jusqu'au fond du golfe de Marseille, ont toutes disparu au cours du dernier demi-siècle, à cause de la diminution croissante des passages de ce poisson. Le Thon ne s'y montre presque plus aujourd'hui. En revanche, il continue à fréquenter les abords de Carro et ceux du sud de la Camargue, en présentant toutefois des alternatives de présence et de disparition qui ne s'accordent, ni avec celles du mouvement de la navigation auxquelles on attribue parfois une influence considérable, ni avec celles des vents et de la houle, ni avec celles de la venue ou du départ des bandes de petits poissons dont les Thons font leur nourriture.

Une première série de mes recherches a consisté à examiner si ce contraste s'accordait, ou non, avec des différences quelconques entre les états physiques des eaux des deux régions. Or je n'ai rien constaté de tel pour la température, qui, pendant la majeure partie du mois considéré, est restée élevée partout, et souvent égale ou supérieure à 22° depuis la surface jusqu'à 25^m de profondeur. Mais, en revanche, j'ai observé des dissemblances dans la densité *in situ* [1]. Sauf à une époque de variations météorologiques vers le milieu du mois, les chiffres de densité *in situ*, de la surface à 25^m, dans la région de Carro, ont atteint et dépassé 1,0270, atteignant même 1,0279 (t : 17° à 10^m de profondeur), et correspondant à des chiffres de salinité compris entre 37,82 et 38,93, les chiffres les plus fréquents étant supérieurs à 38. Par contre, sur la côte Nord du golfe de Marseille, les chiffres de densité *in situ* les plus fréquents restent compris, aux températures susdites, entre 1,0260 et 1,0270, avec cette circonstance complémentaire que les couches marines entre 10^m et 25^m ont habituellement une densité et une salinité moindres que les superficielles : conséquence probable d'épanchements sous-marins provenant des nappes phréatiques du rivage.

Une seconde série d'études a porté sur l'examen des conditions qui régissent la venue des Thons en bandes nombreuses auprès du rivage dans les environs de Carro, à l'exclusion des autres régions des deux golfes avoisinants, et qui permettent de mettre en pratique un procédé de pêche (la sinche) consistant à cerner ces troupes de poissons. Ces venues accidentelles ne se produisent qu'à de rares intervalles; depuis le 1er janvier 1917, elles n'ont eu lieu que trois fois, les 10-11 mai (capture de 1100 thons), les 17-18 mai (capture de 600 thons), le 23 août (capture de 370 thons).

---

(1) Les prises d'échantillons d'eaux ont été effectuées avec la bouteille Richard; les mesures de densité ont été faites avec le densimètre Thoulet, en tenant compte des corrections.

Elles se manifestent aux pêcheurs par l'apparition de Thons dans les eaux littorales superficielles. Or un cas de ce genre s'est offert au début de septembre, mais n'a pu conduire à une sinche, car les poissons se sont dispersés. Cette époque fut précisément celle du mois où les eaux marines, dans ces parages, ont accusé le maximum de densité *in situ* (1,0273 à la surface et 1,0279 à 10^m de profondeur, pour une température de 18°,2 à la surface et de 17° à 10^m).

Cette constatation, s'ajoutant à celle qui montre la présence habituelle des Thons comme propre à la région où peuvent s'établir les plus hautes densités et les fortes salinités, conduit aux conclusions suivantes :

1° Pendant le mois de septembre 1917, et dans la région considérée, les Thons ont manifesté leur présence dans des eaux dont la température n'est pas descendue au-dessous de 17° et 18°, dont la densité *in situ* s'est maintenue auprès et au-dessus de 1,0270, et dont la salinité s'est maintenue à son tour auprès et au-dessus de 38 pour 1000. Cette notion, s'ajoutant à celles de mes recherches antérieures, porte à présumer que l'habitat essentiel et permanent d'*Orcynus thynnus*, espèce pélagique de surface et de profondeur, n'est pas quelconque, mais qu'il est constitué par les eaux tièdes et denses des courants venus du large, et, pour la région considérée, d'entre Sud et Est, à l'exclusion des eaux littorales plus ou moins modifiées par leur contact avec le rivage ou par tout autre circonstance. Lorsque ces courants portent vers la côte, ils amènent des Thons avec eux, et les y laissent tant que leur influence se fait sentir : ce qui rend compte des apparitions et des disparitions brusques de ces poissons, ainsi que des circonstances qui les accompagnent.

2° Une telle liaison de cette espèce à un habitat aussi spécialisé corrobore l'opinion que j'ai exprimée à plusieurs reprises sur les déplacements et les migrations des Poissons, et basée sur mes recherches concernant les Saumons et les Muges. Ces déplacements ne reconnaissent point pour unique cause l'organisme seul et ses facultés propres, indépendamment du milieu extérieur; ils se subordonnent par contre à l'action directe et différentielle de ce milieu, qui les conduit selon ses variations particulières. En somme, les migrations et les déplacements périodiques des Poissons peuvent être pris pour des résultantes de tropismes divers, séparés ou associés à plusieurs degrés.

3° En ce qui concerne la pratique de la pêche du Thon, où les pêcheurs ne vont qu'à l'estime et sans autres renseignements que ceux tirés de l'état apparent des eaux et du rendement des jours précédents, il y aurait avantage à se guider au moyen d'indications thermométriques et densimétriques,

qu'il ne serait pas malaisé aux intéressés d'obtenir avec une précision suffisante.

ZOOLOGIE. — *Un nouveau type de dimorphisme évolutif chez une Annélide polychète* (Spio martinensis *Mesn.*). Note de MM. **F. Mesnil** et **M. Caullery**, présentée par M. Yves Delage.

L'un de nous a décrit l'an dernier [1] la ponte d'une Annélide, *Spio martinensis*, qu'il connaissait depuis de nombreuses années et qu'il avait rencontrée en avril 1916 en assez grande abondance, au contact même de ce ver qui creuse ses tubes dans un sable gris compact (sablon) de l'anse Saint-Martin. Les œufs de cette ponte évoluent en une larve typique de Spionidien, munie de trois paires de rames composées de longues soies provisoires échinulées, et qui, à ce stade, quitte la ponte pour mener une vie pélagique.

A côté de ces pontes (A), on en trouvait un petit nombre d'autres (B), nettement différentes, dont la nature exacte n'avait pu être précisée. Or, en août 1917, alors que les pontes A étaient rares, les pontes B étaient très communes, et renfermaient tous les stades d'un Spionidien (jusqu'à des individus ayant 14 à 15 segments sétigères) qui, par ses particularités morphologiques, ne peut conduire qu'au même *Spio martinensis*. Au reste cette espèce est la seule du groupe qu'on rencontre dans la plus grande étendue du sable où nous trouvions les pontes A et B.

Nous arrivions donc à la conclusion inattendue que, *à la même espèce*, Spio martinensis, *correspondent deux pontes évoluant de façons tout à fait différentes*.

La *ponte* A, par sa forme cylindrique aplatie, sa coloration jaunâtre, orangée sous une certaine épaisseur, rappelle un fétu de paille et mesure 10^{mm} à 16^{mm} de long sur $1^{mm},25$ à $1^{mm},50$ de large. Les œufs, jaune orangé pâle, d'un diamètre de 150^{μ} environ, sont plus ou moins nettement répartis en deux masses longitudinales. Les larves sortent, comme il a été dit, au stade où elles ont trois segments sétigères. Conservées en cristallisoir, elles s'allongent; de nouveaux segments se délimitent; en dehors du pigment crème prototrocal, on voit apparaître des taches paires de pigment à partir du troisième sétigère; le nombre des yeux passe de 6 à 4, peut-être par fusion des deux paires externes; les quatre cirres anaux, représentés par des corpuscules bacillipares, se précisent un peu.

---

(1) F. Mesnil, *Bull. Soc. zool. France*, t. 41, 1916, p. 32.

On voit donc se dessiner quelques-uns des caractères spécifiques du *Spio martinensis*.

La *ponte* B a la même forme, mais est plus petite (longueur 10mm au plus; largeur 0mm,65); elle est blanchâtre et simule assez bien un brin de foin. Les œufs, nettement moins nombreux, de 130µ environ de diamètre, y forment une double rangée longitudinale d'une quinzaine de groupes bien individualisés, comprenant 6 à 12 œufs et enveloppés chacun par une fine membrane anhyste. Dans chaque groupe, il ne se développe généralement qu'une partie des œufs, donnant des larves qui ne tardent pas à tourner en rond avant la rupture de la membrane où elles sont enfermées. Libérées ensuite, ces larves restent dans l'enveloppe générale de la ponte.

Elles se distinguent alors des larves A par divers caractères : énorme développement du vestibule buccal; cavités cœlomiques segmentaires vastes; moindre développement des couronnes ciliées prototrocale et pygidiale; grandes dimensions de la cavité digestive. Celle-ci est fréquemment distendue par des masses ingérées, où on reconnaît aisément des œufs non évolués, et, à un stade ultérieur, des larves-sœurs dont on distingue en particulier les yeux et les taches pigmentaires.

Les larves B, grâce à ce régime de cannibalisme (ou d'*adelphophagie*), évoluent longtemps à l'intérieur de la ponte, acquérant de nouveaux segments jusqu'à une quinzaine. Le nombre des larves renfermées dans une ponte est d'autant moindre qu'elles sont à un stade plus avancé. Elles n'offrent jamais trace des longues soies provisoires échinulées, si caractéristiques de toutes les larves spionidiennes. Les soies encapuchonnées apparaissent au 10e segment sétigère. Il existe six yeux (la paire intermédiaire commence à régresser vers la fin de la vie larvaire). Sur les flancs du prostomium, à la base des futurs tentacules, se montrent deux taches pigmentaires blanc crème, ainsi que sur la face dorsale des segments 4 et suivants et sur la face ventrale du segment terminal. Il se différencie quatre cirres anaux, les deux dorsaux nettement plus fins que les ventraux qui sont bourrés de corpuscules bacillipares.

Par tous ces caractères, cette larve conduit *directement* (sans interposition d'une phase pélagique) au *Spio martinensis*, dont les formes jeunes ont même pigmentation, mêmes taches oculaires (4 yeux et 2 rudimentaires), mêmes cirres anaux et mêmes soies; le premier segment à soies encapuchonnées recule graduellement du douzième au quatorzième (exceptionnellement quinzième); les soies perdent graduellement la troisième dent du vertex.

Ainsi, l'une de ces pontes (A) a été observée directement au contact de *Spio martinensis*, et les œufs de l'autre (B) évoluent nettement vers la même espèce. Nous répétons d'ailleurs que, dans le sable exploré, il n'y a pas d'autre Spionidien à qui l'on puisse rapporter les œufs et les larves d'après leurs caractères précis.

Spio martinensis se trouve donc avoir deux modes de développement tout à fait distincts, l'un conduisant à une larve typique de Sponidien, à vie

pélagique, l'autre tout à fait anormal et jusqu'ici unique dans la famille, à développement intra-nidamentaire et à régime adelphophagique. Cette dualité rappelle celle du développement de *Salamandra maculosa* et de *S. atra*, dualité réalisée expérimentalement chez *S. atra*.

Nous avons étudié attentivement un grand nombre de *Spio martinensis* pour rechercher si, sous cette désignation unique, il n'y avait pas deux espèces très voisines; mais nous n'avons pas réussi à trouver de distinction morphologique. Tout ce que nous avons pu constater est que *Spio martinensis* présente des individus génitalement mûrs dès un stade de $1^{cm},5$ avec une cinquantaine de sétigères, alors qu'il atteint 3^{cm} avec 85 à 90 sétigères.

Les pontes B, plus petites, se rapportent bien aux individus de 50 sétigères et les pontes A aux individus ayant acquis leur complet accroissement. Le nombre des œufs, leur taille et leur couleur, dans les deux pontes, correspondent bien avec ces observations ([1]).

Nous sommes donc en présence d'un exemple nouveau de dimorphisme évolutif (rentrant dans le cadre des faits groupés par A. Giard sous le nom de *pœcilogonie*) chez les Annélides polychètes ([2]). Malheureusement, comme dans les cas précédemment signalés, la vérification expérimentale précise du rapport des deux générations n'a pas été pratiquement possible.

PHYSIOLOGIE. — *Forme de l'air vibrant intralaryngien.* Note de M. Marage, présentée par M. Y. Delage.

Les figures que l'on trouve dans les Ouvrages d'Anatomie et de Physiologie ne donnent qu'une idée très vague de la forme que possède l'air vibrant dans l'espace compris entre les ventricules de Morgagni et les quatre bandes vocales inférieures et supérieures.

Pour remédier à cet inconvenient, j'ai pris, avec du plâtre, le moulage intérieur d'un larynx humain et j'en ai fait faire des reproductions en bronze.

Sur les figures on voit, *en vraie grandeur*, en arrière (1), en avant (2) et

---

([1]) Les enveloppes nidamentaires paraissent sécrétées par des poches glanduleuses métamériques, analogues à celles des Polydores, et que nous signalons pour la première fois chez *Spio martinensis*.

([2]) Voir Caullery et Mesnil, *Les formes épitoques et l'évolution des Cirratuliens* (*Ann. Univ. Lyon*, 1898).

de profil (3) la forme de la colonne d'air intralaryngienne; on aperçoit très nettement, sur les côtés, les ventricules de Morgagni et l'on comprend alors pourquoi Savart comparait le larynx à un appeau.

Sur ce premier moulage, j'en ai pris un deuxième en caoutchouc, de



1. Face postérieure. 2. Face antérieure.

manière que l'on retrouve alors la cavité laryngienne telle qu'elle existe réellement quand l'organe est au repos.

On peut, sur ce moulage, mesurer le volume d'un ventricule; il est, sur la pièce, de $0^{cm^3},7$, c'est-à-dire environ le quart d'un dé à coudre.

Mais il ne faut pas oublier que, pendant l'émission de la voix parlée ou chantée, le larynx entier change de forme à chaque note et à chaque voyelle,

et que, par conséquent, le volume des ventricules est variable (¹).

Si l'on éclaire, par la trachée, ce moulage en caoutchouc, on fait comprendre immédiatement ce qu'est la glotte, c'est-à-dire l'espace compris entre les cordes vocales; de plus, si l'élève regarde cette image dans un



3.

Face latérale.

miroir laryngien, il saisit facilement ce qu'un médecin peut voir au laryngoscope.

Lorsque le professeur joint, à l'explication de ces moulages, la projection cinématographique des cordes vocales, l'auditoire se fait une idée très exacte du larynx et ne l'oublie plus.

(¹) *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 936.

Ces moulages ont été pris il y a plusieurs années, avec le concours de M. Tramond.

J'en parle aujourd'hui, parce que j'ai constaté par expérience qu'ils peuvent rendre de grands services dans l'enseignement.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la dégradation diastasique de l'inuline dans la racine de chicorée*. Note de MM. **J. Wolff** et **B. Geslin**, présentée par M. Roux.

Bien que l'inuline représente une matière hydrocarbonée de réserve importante chez un grand nombre de végétaux, c'est surtout l'amidon qui a retenu jusqu'ici l'attention des chercheurs. L'étude de la transformation de l'inuline sous l'influence des diastases a été abordée pour la première fois par J. Reynols Green (1). Cet auteur a mis en relief le rôle physiologique d'un enzyme spécifique de l'inuline, auquel il a donné le nom d'*inulase* et dont la fonction essentielle, selon lui, serait de transformer l'inuline en lévulose.

Nous avons de notre côté étudié les produits de dégradation de l'inuline par les diastases qui l'accompagnent, en nous adressant de préférence à la racine de chicorée, qui est l'une des racines où l'inuline s'accumule le plus au moment de la maturité.

Nous savons déjà par les observations de l'un de nous (2) qu'aussitôt après l'arrachage des racines, le suc qui peut en être extrait se coagule aisément et se prend même en masse, et que cette tendance à la coagulation s'atténue avec le temps. Ainsi, trois à quatre semaines après l'arrachage, une partie de l'inuline se dépose encore (sans se prendre en masse) dans le jus abandonné à lui-même, tandis qu'une autre partie a déjà subi une modification profonde. Bien qu'à cette période la transformation de l'inuline soit déjà très avancée, il est encore difficile de mettre en évidence, à ce moment, l'action des diastases saccharifiantes; mais si un mois après on examine un nouveau suc provenant du même lot de racines, on constate une proportion de sucre réducteur beaucoup plus considérable et une activité diastasique saccharifiante beaucoup plus grande.

---

(1) *The soluble ferments and fermentation*, p. 75. Cambridge, 1899.

(2) J. Wolff *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 514.

En comparant les résultats exprimés en lévulose, obtenus sur deux sucs préparés à un mois d'intervalle, nous trouvons que le premier suc bouilli ou non bouilli ne change pas sensiblement après un séjour au bain-marie, à 50° pendant 24 heures, tandis que dans le même temps la teneur du deuxième suc en sucre réducteur augmente de 6g,50 pour 100.

L'examen du deuxième suc nous montre en outre une plus forte proportion d'inuline transformée, mais non saccharifiée. Il résulte enfin de l'ensemble de nos observations que la dégradation de l'inuline se poursuit dans la racine d'une façon continue sous l'influence d'agents diastasiques pour aboutir au terme *hexose*. Nous avons choisi le nom d'*inulides* pour les produits intermédiaires non réducteurs qui prennent naissance au cours de cette action.

Les changements survenus en un mois dans la nature des hydrates de carbone de la racine de chicorée sont très appréciables, comme on peut s'en convaincre par un essai de fermentation. En ramenant les résultats (toujours exprimés en lévulose) à 100g de matière hydrocarbonée, nous trouvons, pour la matière fermentée du suc, un mois après la récolte 47,8 pour 100 et deux mois après la récolte 58,0 pour 100. La différence 10g,2 représente les inulides nouvelles formées aux dépens de l'inuline.

Ces inulides (¹) peuvent être transformées en sucre réducteur grâce aux propriétés hydrolysantes du suc lui-même. Les levures les plus diverses les font fermenter avec autant de facilité que du saccharose ou du maltose. De plus, l'emploi de levures variées permet de reconnaître qu'il y a des inulides inégalement résistantes qui rappellent les différentes dextrines par leurs états divers de condensation.

C'est ainsi que nous avons pu déterminer trois groupes de ces « inulides » correspondant au travail de trois levures : A, B, C. Les quantités d'alcool obtenu pour 100g d'hydrates de carbone sont, en effet, respectivement : 33,2; 37,3; 42,2, correspondant à : 66,4; 74,6; 84,4 de matière fermentescible. En déduisant de chacun de ces résultats le lévulose préexistant dans le suc et le lévulose provenant de l'hydrolyse d'une partie des inulides, soit 19,8 pour 100 de la matière hydrocarbonée, on aura : 46,6; 54,8; 64,8 de matière fermentescible due à des inulides différemment attaquées par les levures employées; c'est-à-dire qu'avec les levures B et C on attaque respectivement 8,2 et 18,2 pour 100 de matière de plus qu'avec A.

L'action hydrolysante du suc de chicorée sur les inulides contenues dans ce même suc est due à une diastase qui semble identique à la sucrase de la

---

(¹) La *synantrine* de Tanret appartient certainement au groupe des « inulides ».

levure. En effet, bien que l'hydrolyse des inulides soit plus lente, on obtient des résultats du même ordre en traitant soit les inulides, soit une solution de saccharose, par une macération aqueuse de levure ou par le suc frais de chicorée.

Avec l'extrait de levure agissant à 51° sur les inulides à 10 pour 100 environ, nous avons obtenu, au bout de 20 heures, des quantités de sucre réducteur variant de $4^{g},7$ à $6^{g},8$ pour 100 (¹); en agissant sur le saccharose à 5 pour 100 dans les mêmes conditions de température et de temps, nous avons obtenu l'hydrolyse presque complète,

Par contre le suc frais de chicorée, comme l'extrait de levure, est absolument sans action sur l'inuline pure.

Cette dernière constatation n'est pas en contradiction avec les observations de Bourquelot (²), qui a obtenu la saccharification de l'inuline par l'*Aspergillus niger*; il est probable que, dans ce cas, la moisissure commence par transformer l'inuline en inulides, justiciables de la sucrase.

Les faits que nous avons observés *in vitro* permettent ainsi d'expliquer les transformations qui interviennent avec le temps dans la racine de chicorée.

Nous comptons publier ailleurs les détails de nos expériences.

A 16 heures l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 17 heures.

E. P.

(¹) Les quantités les plus grandes sont obtenues en opérant l'hydrolyse en présence d'acide acétique à 1 pour 1000. Voir Thèse de A. Fernbach, *Sur la sucrase*, 1890.

(²) *Les ferments solubles de l'*Aspergillus niger (*Bull. Soc. myc. France*, t. 9, 4ᵉ fasc., 1893).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de juillet 1917 (*suite et fin*).

Academia das sciências de Lisboa. *Boletim da segunda classe. Actas e pareceres estudos, documentos e noticias.* Vol. VIII (1913-1914). Coimbra, Imprensa da Universidade, 1915; 1 vol. in-8°.

Canada. Ministère des mines. *Report on the building and ornemental Stones of Canada*, vol. IV, by Wm. A. Parks; — *Rapport sommaire de la division des mines pour l'année civile terminée le* 31 *décembre* 1915; — *Annual report on the mineral production of Canada during the calender year* 1915; — *Réduction électrothermique des minerais de fer en Suède*, par Alfred Stansfield; — *Recherches sur les tourbières et l'industrie de la tourbe au Canada* (1913-1914), par Aleph Anrep; — *The Coal-Fields and Coal Industry of Eastern Canada*, by Francis W. Gray; — *Géologie de la région de Field, Colombie britannique et Alberta*, par John A. Allan; — *Géologie du district minier de Franklin, Colombie britannique*, par Charles Wales Drysdale. Ottawa, Imprimerie du Gouvernement, 1917, 8 vol. in-8°.

Smithsonian contributions to knowledge, vol. 35, n° 3. *A Contribution to the comparative histology of the femur*, by J. S. Foote. City of Washington, 1916; 1 vol. in-4°.

Annual Report of the board of scientific advice for India, for the year 1915-1916. Calcutta, Superintendent Government printing, India, 1917; 1 vol. in-8°.

Tables giving the times of rising and setting of the sun and moon 1917 *and* 1918. Washington, Government printing Office, 1917; 1 fasc.

Department of commerce. Bureau of fisheries. *Alaska fisheries and fur industries in* 1915, by Ward T. Bower and Henry D. Aller. Washington, Government printing Office, 1917; 1 fasc. in-8°.

The Tokyo imperial University calendar (2575-2576). Tokyo, University; 1 vol. in-8°.

The danish Ingolf-Expedition. Volume IV, 4. *Annelids*. I. By Hjalmar Ditlevsen. Copenhagen, Bianco Luno, 1917; 1 vol. in-4°.

Nieuwe verhandelingen van het bataafsch genootschap der proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam. Tweede Reeks : Zevende Deel, Tweede Stuk. Rotterdam, W. J. van Hengel, 1917; 1 vol. in-f°.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES D'AOÛT 1917.

Notice sur la vie et les travaux de J.-B.-A. Chauveau, par F.-X. LESBRE. Lyon, A. Rey, 1917; 1 fasc. in-8°.

Bureau international des poids et mesures. *La mesure rapide des bases géodésiques*, par J.-RENÉ BENOÎT et CH.-ED. GUILLAUME. Paris, Gauthier-Villars, 1917, 5e édition; 1 vol. in-8°.

Études de Lépidoptérologie comparée, par CHARLES OBERTHÜR, fascicule XIII. Rennes, 1917; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouvier.)

18e région. Service central de radiographie et d'électrothérapie militaire. Complément du 32e rapport. *Organisation et fonctionnement de la cure des blessures par le travail agricole* (*Circulaire du* 10 *mai* 1917). (Présenté par M. Bergonié.)

La distillation fractionnée et la rectification, par CHARLES MARILLER. Paris, Dunod et Pinat, 1917; 1 vol. in-8°.

Précis d'anacousie vocale et de labiologie; méthode orale d'éducation auditive, d'initiation phonétique et de lecture sur les lèvres, par G. DE PARREL. Paris, Maloine, 1917; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ed. Perrier.)

Cent mille kilos de pommes de terre à l'hectare; nouveau système de culture à grand rendement, par E.-S. BELLENOUX. Paris, Charles Amat, s. d., 2e édition; 1 vol. in-8°.

Soixante quintaux de blé à l'hectare; nouvelles idées, nouveau système, par SERRANT-BELLENOUX. Paris, Charles Amat, s. d.; 1 vol. in-8°.

Grande guerre 1914-15-16-17 .... *Nomenclature des journaux, revues périodiques français paraissant en France et en langue française à l'étranger*, par l'ARGUS DE LA PRESSE. Paris, bureaux de l'*Argus*, 1917; 1 vol. in-8°.

Office colonial. Ministère des colonies. *Statistiques de la navigation dans les colonies françaises pendant l'année* 1914, publiées sous l'administration de M. GASTON DOUMERGUE, ministre des colonies. Paris. Office colonial, 1916; 1 vol. in-8°.

Géologie des formations aurifères de la Nouvelle-Zélande, par RENÉ DE BONAND. Paris, Béranger, 1917; 1 fasc. in-8°.

Études sur la période pléistocène (*quaternaire*) *dans la partie moyenne du bassin du Rhône*, par W. KILIAN et J. RÉVIL. Grenoble, Allier, 1917; 1 fasc. in-8°.

Le doyen Louis Landouzy, de l'Institut. Discours prononcé à l'Académie de Reims par HENRI HENROT. Reims. Léon Michaud, 1917; 1 fasc.

(*A suivre*.)

ERRATA.

—

(Séance du 30 avril 1917.)

Note de M. *de Sparre*, Au sujet des coups de bélier, etc. :

Page 684, ligne 7 en remontant, *au lieu de*

$$\xi(t) = 2\rho y_0 \left\{ \lambda(t - 3\theta) - \lambda(t) - \left[1 - \frac{4\alpha}{(1+\alpha)(1+\beta)} \right] \right.,$$

lire

$$\xi(t) = \frac{2\rho y_0}{1 + \rho\lambda(t)} \left\{ \lambda(t - 3\theta) - \lambda(t) + \left[1 + \frac{4\beta}{(1+\alpha)(1+\beta)} \right] \right..$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 NOVEMBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Sur la classification des* Parapotamonea, *Crabes d'eau douce de la famille des Potamonidés.* Note (¹) de M. E.-L. **Bouvier**.

Dans les *Parapotamonea* qui constituent le second groupe de la famille des Potamonidés, les formes particulières à l'Ancien-Monde ont été excellemment étudiées et groupées par M. Alcock qui a établi pour elles la sous-famille des *Gecarcinucinæ*. Je ne crois pas toutefois qu'on puisse distinguer cette sous-famille de celle des *Potamoninæ* d'après le nombre des articles des palpes mandibulaires : il est bien vrai que les deux premiers articles de ces appendices sont toujours fusionnés et confondus chez les *Gecarcinucinæ*, mais on ne saurait dire, avec le distingué carcinologiste anglais, qu'ils restent toujours indépendants et presque toujours mobiles l'un sur l'autre chez les *Potamoninæ*. C'est bien là, en effet, leur caractère dans les espèces du sous-genre *Potamon*, qui est incontestablement le plus primitif de la famille, mais dans tous les autres sous-genres, les espèces que j'ai eues sous les yeux se faisaient remarquer par la fusion plus ou moins complète, généralement très complète, des deux premiers articles de leurs palpes. Au surplus le troisième article ne présente jamais, sauf parfois à l'état d'ébauche, la profonde division en deux grands lobes qu'on observe chez les Gécarcinucinés, et cela suffit pour rendre toujours facile la distinction des deux sous-familles.

La sous-famille ne comprend que les deux genres *Gecarcinucus* Edw. et *Parathelphusa* Edw. Alcock. Le premier se distingue surtout du second par

(¹) Séance du 5 novembre 1917.

l'avance des orifices respiratoires afférents, avance qui met plus ou moins à découvert l'extrémité distale élargie de l'endopodite des maxillipèdes antérieurs; d'ailleurs il est d'autres différences moins constantes entre les deux genres : les *Gecarcinucus* ont le bord frontal plus étroit que les Parathelphuses, ils sont d'ordinaire bien plus épais à cause de la dilatation de leurs régions branchiales, souvent enfin leurs pédoncules oculaires sont plus réduits et remplissent moins complètement les orbites.

Les espèces de *Gecarcinucus* sont peu nombreuses et toutes localisées, semble-t-il, dans l'Indo-Australie. Ainsi que j'ai pu m'en convaincre en examinant le type du Muséum, il faut ranger dans ce genre l'espèce décrite par Mlle Rathbun sous le nom de *Potamon* (*Geothelphusa*) *Perrieri*. Cette espèce est indiquée comme provenant du Congo, mais le renseignement me paraît douteux, car l'étiquette sur laquelle on l'a relevé ne porte pas le nom du récolteur. En fait, le *Gecarcinucus Perrieri* ressemble beaucoup au *G. Ingrami* Calman et provient sans doute comme lui de la région indo-australienne. Le *G. Ingrami* habite la Nouvelle-Guinée; comme le précédent, il présente une crête antéro-latérale très nette et une dent épibranchiale, ce qui l'éloigne des formes typiques (*G. Jacquemonti* Edw., *G. Edwardsi* Wood-Mason) où ces caractères font défaut, et le rapproche de celles où la crête fort apparente est crénelée (*G. steniops* Wood-Mason); M. Alcock a établi pour ces dernières le sous-genre *Cylindrothelphusa* et range les autres dans le sous-genre *Gecarcinucus* s. str. Mais les *Cylindrothelphusa* me paraissent être bien plutôt des Parathelphuses; comme chez ces dernières, l'abdomen des femelles se distingue par sa grande largeur et par la terminaison largement arrondie de son dernier segment, tandis qu'il est étroit et se termine par un article longuement triangulaire dans les *Gecarcinucus Jacquemonti*, *Edwardsi*, *Ingrami*, sans doute également dans le *G. Perrieri* dont on ne connaît pas le type mâle. En réalité, comme le dit justement M. Alcock, il y a tous les passages entre les *Gecarcinucus* et les *Parathelphusa*.

Le genre *Parathelphusa* est singulièrement plus étendu que le genre *Gecarcinucus*, car il comprend les nombreuses espèces à palpes mandibulaires bilobés que l'on avait coutume de distribuer parmi les *Potamon*, *Potamonautes*, *Geothelphusa*, *Parathelphusa* et *Perithelphusa*, c'est-à-dire dans les cinq sous-genres qui constituaient jusqu'alors le genre *Potamon*. M. Alcock a montré que certaines espèces indiennes des quatre premiers sous-genres n'ont rien de commun avec les Potamoninés, j'ai constaté le même fait pour nombre d'autres, et j'ai reconnu aussi que les *Perithelphusa* du Muséum (*borneensis* von Martens, *silvicola* de Man) sont également des

Parathelphusa. Dans ma Note précédente, j'ai montré que toutes les espèces africaines réparties jusqu'ici dans ce genre sont, en fait, des Acanthothelphuses, c'est-à-dire de vrais Potamoninés, de sorte que le genre semble être exclusivement indo-australien comme les *Gecarcinucus*. Les Parathelphuses présentent des variations morphologiques analogues à celles des *Potaminæ* et ces variations ont permis à M. Alcock d'établir dans le genre un certain nombre de divisions subgénériques : *Parathelphusa* s. str., *Barythelphusa*, *Oziothelphusa*, *Liothelphusa*, *Globithelphusa*, *Phricothelphusa*. De même que les *Gecarcinucus* se rapprochent à beaucoup d'égards du genre africain *Deckenia*, les *Parathelphusa* s. str. ressemblent aux *Acanthothelphusa* africains par les bords latéro-antérieurs dentés, épaissis ou crénelés de leur carapace, aux *Lobothelphusa* indiens par ce dernier caractère et par la présence d'une épine dorsale vers l'extrémité distale du méropodite des chélipèdes. Par le développement ou l'atrophie plus ou moins grande de leur crête post-frontale, les *Barythelphusa* ressemblent beaucoup aux *Potamonautes* africains, les *Oziothelphusa* aux *Potamon* et les *Liothelphusa* aux *Geothelphusa*, enfin les *Globithelphusa* et les *Phricothelphusa* ressemblent aux *Potamiscus* par le fait que l'exopodite de leurs maxillipèdes externes est plus ou moins complètement atrophié.

Ainsi comprise, la sous-famille des *Gecarcinucinæ* est singulièrement plus vaste que celle de même nom établie par Mlle Rathbun, car elle ne s'étend pas seulement aux cinq ou six espèces du genre *Gecarcinucus*, mais à la foule des *Parathelphusa* qui comprend une quantité considérable d'espèces indo-australiennes rangées par Mlle Rathbun dans les divers groupements subgénériques de son genre *Potamon*. Suivant l'exemple de M. Alcock, nous conservons à cette sous-famille la dénomination de *Gecarcinucinæ* à cause des règles de priorité; le nom de *Gecarcinucus*, en effet, fut proposé par H. Milne-Edwards en 1844 et celui de *Parathelphusa* neuf années plus tard.

MÉTÉOROLOGIE. — *Utilisation du bathyrhéomètre pour l'anémométrie dans les régions froides*. Note de M. **Yves Delage**.

Une des caractéristiques du bathyrhéomètre est qu'aucun des organes délicats n'est extérieur. Mon distingué confrère, M. le Dr Bayeux, m'a fait remarquer qu'une telle disposition serait précieuse au mont Blanc, où le givre paralyse les appareils ordinaires en se déposant sur les hélices et sur les axes. C'est cette remarque qui m'a suggéré l'idée d'adapter le bathy-

rhéomètre à l'anémométrie. Le détail des dispositions devant paraître très prochainement [1], je ne donnerai ici que le schéma du dispositif.

Je n'ai conservé du bathyrhéomètre que le vase cylindrique clos renfermant l'appareil enregistreur. Ce vase a été monté (*fig.* 1) dans une sus-

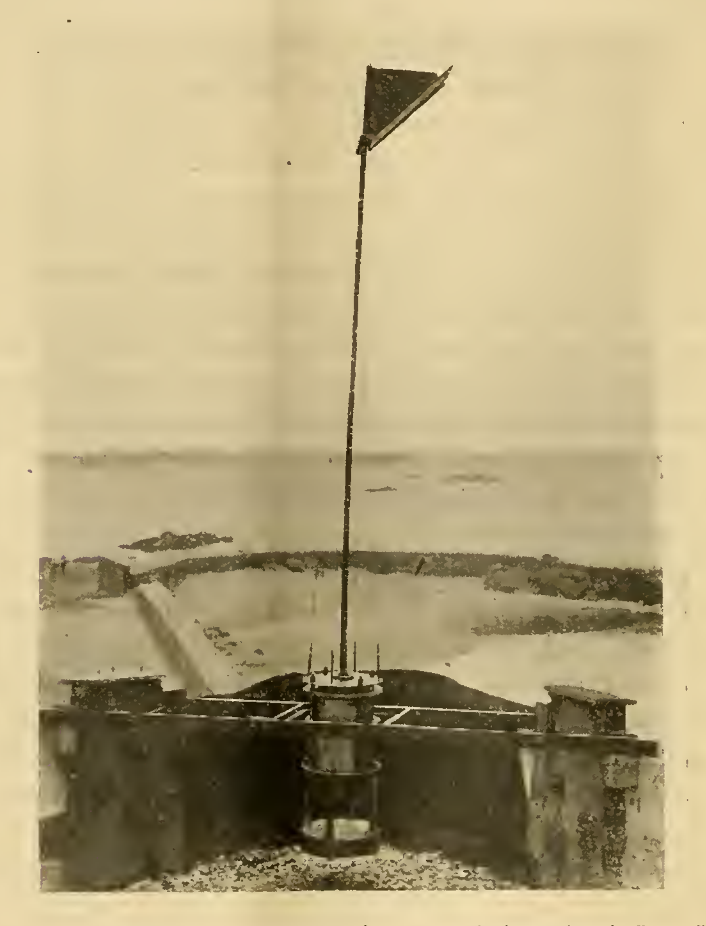


Fig. 1. — L'anémomètre en place sur la terrasse de la station de Roscoff.

pension à la cardan et muni, à sa partie inférieure, d'un lourd contrepoids en plomb de plus de 20^{kg}, et surmonté d'une tige de bois légère et robuste de 2^{m} de haut, consolidée par de fins haubans en fil d'acier munis de tenseurs et portant un *panneau-girouette* qui s'oriente automatiquement face au vent. En air calme, l'appareil reste vertical, mais quand le vent souffle il prend une nouvelle position d'équilibre en s'inclinant d'un certain angle.

---

(1) *Annales de l'Institut océanographique*, t. 7, fasc. 11.

Si l'on appelle α cet angle, F la pression du vent sur le panneau, P le poids de l'appareil, L et l les distances du point de croisement des axes du cardan, d'une part au centre du panneau et d'autre part au centre de gravité de l'appareil, situé au-dessous du cardan, on a

$$\mathrm{FL}\cos\alpha = \mathrm{P}l\sin\alpha.$$

Mais l est malaisé à déterminer; j'ai tourné cette difficulté par le procédé suivant. J'ai disposé l'ensemble de l'appareil comme un fléau de balance dont le couteau serait représenté par les deux tourillons de l'anneau interne du cardan, et j'ai suspendu des poids marqués au centre du panneau-girouette, jusqu'à obtenir l'horizontalité. J'ai déterminé ainsi le poids p nécessaire pour équilibrer $\mathrm{P}l$ par l'intermédiaire du bras de levier L; p représente ainsi le poids qui exercerait la même action que $\mathrm{P}l$ si l était rendu égal à L. Il en résulte que les longueurs des bras de levier L et l disparaissent de l'équation finale. Si F est la pression de vent déterminant une inclinaison α, on peut écrire immédiatement

$$\mathrm{F}\cos\alpha = p\sin\alpha.$$

Il faut maintenant exprimer la pression F en fonction de la vitesse du vent. La chose est aisée, cette pression ayant pour éléments : 1° le facteur hydrodynamique $\frac{\mathrm{V}^2}{2g}$; 2° la densité de l'air δ; 3° un certain coefficient expérimental k; 4° la projection de la surface du panneau sur la direction du vent. Si S est cette surface, la projection est $\mathrm{S}\cos\alpha$ et l'équation devient

$$\frac{\mathrm{V}^2}{2g}\delta k\,\mathrm{S}\cos^2\alpha = p\sin\alpha.$$

Il nous faut, avant d'aller plus loin, indiquer les dispositions que j'ai adoptées pour le panneau-girouette. Je l'avais d'abord construit de façon qu'il soit vertical en air calme, mais les vitesses du vent variant dans des proportions extrêmement considérables, un même panneau ne peut convenir à la mesure des brises légères de quelques décimètres par seconde et des vents de tempête faisant à l'heure 100^{km} et plus, et cela d'autant plus que les dispositions de l'enregistreur, même à la suite d'une modification que je leur ai fait subir, ne permettent pas l'inscription d'angle dépassant 42°. Un panneau assez grand pour obéir à une brise légère s'inclinerait toujours de plus de 45° sous la tempête. Pour parer à cet inconvénient, j'ai donné au panneau une inclinaison initiale de 45°, en sorte que les angles d'inclinaison s'expriment par $45 + \alpha$. Or, on sait que la variation du cosinus d'un angle qui s'accroît progressivement de 0° à 90° est d'autant plus

grande que l'angle est plus grand. En outre, lorsque l'inclinaison de la tige atteint 45°, le panneau étant incliné à 90° s'efface complètement sous l'action du vent et l'inclinaison de la tige ne peut jamais dépasser 45°. C'est même là une limite théorique qui, bien entendu, n'est jamais atteinte ([1]).

La formule est donc maintenant

$$\frac{V^2}{2g}\delta k S \cos^2(45+\alpha) = p \sin\alpha.$$

Bien que la surface du panneau soit très notable par rapport à celle des autres parties situées entre lui et le cardan (tige, haubans, moitié supérieure du cylindre), je n'ai pas cru devoir négliger dans le calcul l'action du vent sur ces dernières. Je les ai donc mesurées avec soin, ainsi que leurs bras de levier, et ramenées à une surface s qui est celle d'un panneau vertical qui, à la même hauteur que le panneau principal, exercerait le même effet sous la pression du même vent. Mais ces surfaces (abstraction faite de la légère inclinaison des haubans que j'ai négligée) sont verticales en air calme, en sorte que, dans l'appareil en fonction, leur inclinaison est α et non $45+\alpha$, et il ne dépendait pas de moi qu'il en fût autrement.

Dans ces conditions, la formule ci-dessus devient

$$\frac{V^2}{2g}\delta k[S\cos^2(45+\alpha)+s\cos^2\alpha] = p\sin\alpha,$$

d'où

$$V = \sqrt{\frac{2gp}{\delta k}}\sqrt{\frac{\sin\alpha}{S\cos^2(45+\alpha)+s\cos^2\alpha}}.$$

J'ai trouvé plus commode, pour l'interprétation des graphiques, de remplacer, dans la formule, les valeurs de l'angle α par celles des ordonnées tracées par le style, ce qui est facile en se rappelant [*voir* mon premier Mémoire ([2])] que $\sin\alpha = \frac{\rho}{2\sigma}$ (σ étant la longueur du style traçant et ρ celle de l'ordonnée).

La formule devient

$$V = \sqrt{\frac{4gp\sigma}{\delta k}}\sqrt{\frac{\rho}{S(2\sigma^2-\rho\sqrt{4\sigma^2-\rho^2})+s(4\sigma^2-\rho^2)}}.$$

([1]) Pour que le panneau reste, malgré son inclinaison, aussi sensible aux brises légères que s'il était vertical, il suffit de lui donner des dimensions telles que, pour $\alpha = 0$, sa projection sur la direction du vent soit égale à celle du panneau vertical auquel on l'a substitué, c'est-à-dire égale à celle dudit panneau vertical multipliée par $\sqrt{2}$.

([2]) *Bulletin de l'Institut océanographique*, n° 231, 1912.

Sous cette disposition le premier radical ne contient que des constantes et l'on peut réduire l'équation à la forme

$$V = C\sqrt{\frac{\rho}{S(2\sigma^2 - \rho\sqrt{4\sigma^2 - \rho^2}) + s(4\sigma^2 - \rho^2)}}.$$

Les valeurs numériques des constantes sont :

$$p = 7270^{gr},$$
$$S = 1106^{cm^2},$$
$$s = 204^{cm^2},$$
$$k = 1{,}86 \quad (^1),$$
$$\sigma = 68^{mm}.$$

Dans ces conditions

$$C = 898\,112,$$

σ étant exprimé en millimètres; si l'on exprime de même ρ en millimètres (c'est-à-dire, comme il est nécessaire, avec les mêmes unités que σ), V est obtenu en centimètres par seconde. Dans le Mémoire *in extenso* qui paraîtra incessamment dans les *Annales de l'Institut océanographique* (t. 7, fasc. 11), j'ai donné un Tableau où V est calculé d'avance pour toutes les valeurs que peut prendre ρ de millimètre en millimètre, jusqu'au maximum correspondant à l'angle pour lequel le pendule heurte ses butoirs.

L'appareil a été installé à la station de Roscoff sur un châssis en fer, scellé dans le parapet d'une vaste terrasse servant de toit aux stalles de travail, à l'angle de cette terrasse le plus éloigné des constructions voisines (*fig.* 1). Il m'a été possible d'observer *de visu* les mouvements de l'appareil et de les comparer, en prenant comme repère l'heure, au tracé des graphiques et de constater que ceux-ci donnent une représentation en harmonie avec l'intensité et la direction du vent.

Je donne ici à titre d'exemple les graphiques de direction (*fig.* 2) et d'intensité (*fig.* 3) d'une expérience ayant duré du 12 avril $13^h 50^m$ au 14 avril $8^h 45^m$ de cette année.

Ces graphiques, bien que présentant une certaine analogie d'aspect avec ceux du bathyrhéomètre (²), en diffèrent par un caractère très notable et qui n'a rien d'inattendu. Le vent ne présentant aucune périodicité régulière ni dans sa direction ni dans son intensité, les courbes ont une

(¹) J'ai pris pour valeur de k celle correspondant aux petites surfaces, ce qui est le cas pour mon appareil.

(²) Voir *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 277.

forme absolument quelconque, sans aucune trace de cette allure périodique et systématisée que présentent les courbes figurant la direction et l'intensité des courants de marée.

Une autre différence résulte de ce que j'ai pu, en installant cet anémo-



Fig. 2. — Graphique des directions.

mètre réaliser, au moins partiellement ce que j'ai appelé, dans mon Mémoire des *Annales*, la *suspension planicentrique*.

Celle-ci consiste en ce que le plan du cardan, au lieu d'être, comme dans

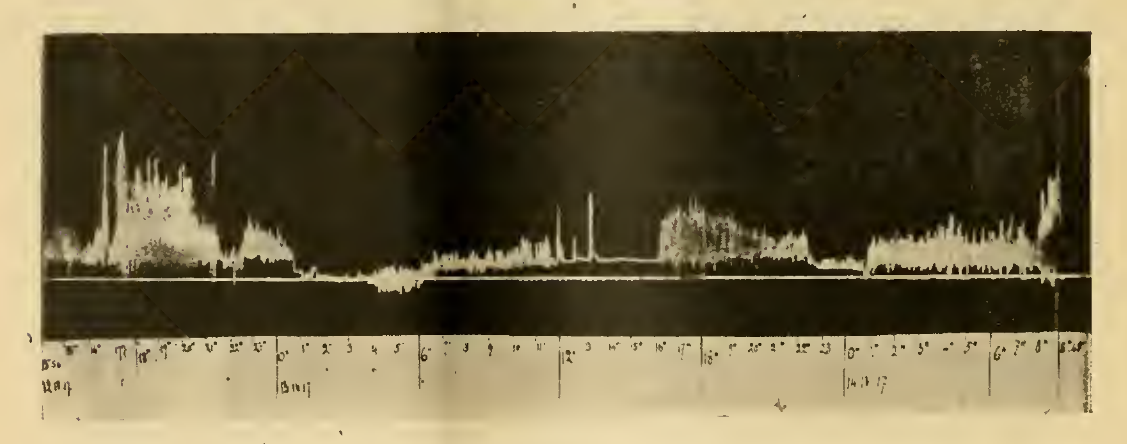


Fig. 3. — Graphique d'intensité.

le bathyrhéomètre, passablement éloigné de l'appareil enregistreur, coïncide ici avec l'axe d'oscillation du pendule. Il en résulte un avantage intéressant. Dans le bathyrhéomètre, lorsque la sphère reçoit des impulsions violentes de la part des tourbillons, le pendule est lancé avec force et dépasse par la vitesse acquise la position correspondant à l'inclinaison vraie de l'appareil,

en sorte que la longueur des ordonnées dépasse à certains moments celle qui correspondrait légitimement à l'inclinaison de l'appareil, même momentanée, sous l'influence d'un mouvement tourbillonnaire. Ici l'axe d'oscillation du pendule étant dans le plan du cardan, reste immobile dans l'espace ou, pour parler rigoureusement, n'a que des déplacements perpendiculaires au plan d'oscillation et qui, par conséquent, ne peuvent communiquer au pendule aucune vitesse. La masse lourde du pendule, étant dans le plan vertical passant par l'axe de suspension, reste elle-même immobile dans l'espace, ainsi que le style qu'elle actionne : c'est le cylindre enregistreur qui se déplace devant le style immobile. Il en résulte que l'ordonnée ne dépasse jamais par l'effet d'une vitesse acquise du pendule sa longueur légitime.

L'appareil lui-même peut, il est vrai, prendre en s'inclinant sous la poussée du vent, pendant une phase d'accélération de la vitesse de celui-ci, une inclinaison dépassant plus ou moins, à un moment donné, celle qui correspond à la vitesse vraie à ce moment. Mais cette cause d'erreur pourra, je pense, être supprimée par un système d'amortisseur dérivant du même principe que celui auquel je travaille en ce moment pour le bathyrhéomètre.

Le graphique de direction (*fig.* 2) n'est pas non plus exempt de tous reproches et les imperfections signalées pour le bathyrhéomètre et résultant des vitesses acquises par le cadre dans les mouvements tourbillonnaires se retrouvent ici, puisque la suspension planicentrique n'affecte en rien les mouvements du cadre tournant. Il en sera peut-être autrement lorsque j'aurai pu, dans un nouveau bathyrhéomètre dont les plans sont prêts, substituer à ce cadre tournant un second pendule oscillant dans un plan perpendiculaire au premier et ayant comme celui-ci son axe de suspension dans le plan du cardan.

J'ai obtenu, avec le bathyrhéomètre ainsi transformé en anémomètre, plusieurs couples de graphiques correspondant chacune à une durée d'expériences de 40 à 45 heures et par les vents les plus variés, depuis la faible brise jusqu'à la tempête. Je n'ai pas l'intention de les publier car, à l'inverse des marées qui se reproduisent identiques à elles-mêmes toutes les fois que leur coefficient reprend la même valeur, le vent n'est soumis à aucune règle que nous sachions formuler. C'est seulement par la comparaison avec des graphiques pris simultanément sur une large surface de territoire qu'on pourrait en tirer des indications intéressantes.

D'ailleurs, tel qu'il est, ce nouvel anémomètre, s'il offre l'avantage d'inscrire de façon continue la direction et l'intensité du vent et celui de pouvoir fonctionner sous tous les climats et à toutes les altitudes sans risques

d'être entravé par le givre, n'est peut-être pas, sous les autres rapports, préférable à ceux utilisés actuellement.

M. J. Costantin présente à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier intitulé : *La vie des Orchidées*. Il y expose à grands traits l'histoire si curieuse de ces végétaux dont la biologie est si extraordinaire. Ils vivent en association avec des Champignons et ils ne peuvent se passer de cette symbiose. L'histoire de cette découverte a été très curieuse et les praticiens (Neumann, Rivière, Dominy) y ont eu une grande part, c'est la partie tout à fait nouvelle de cet Ouvrage; sans comprendre ce qu'ils faisaient, ils ont découvert une technique mystérieuse pour faire germer les graines, pour produire des hybrides merveilleux; mais ils n'expliquaient guère leur méthode. La découverte de la symbiose par Noël Bernard devait tout éclaircir et élucider une question capitale de la biologie.

M. Charles Moureu, en offrant à l'Académie, en son nom et au nom de l'éditeur, M. Gauthier-Villars, la cinquième édition de ses *Notions fondamentales de Chimie organique*, s'exprime en ces termes :

L'édition actuelle, où l'on retrouvera la simplicité et l'esprit de généralisation qui sont la raison d'être de l'Ouvrage, est notablement plus volumineuse que les précédentes. Nous avons ajouté quelques développements nouveaux à la « Théorie atomique » en ce qui concerne la valence, dont la variabilité, pour tous les éléments, ne peut plus être contestée, et en ce qui a trait aux grandeurs moléculaires, domaine captivant entre tous, où les Physico-chimistes ont réalisé dans ces derniers temps de si belles conquêtes.

L'article « Stéréochimie » a été entièrement refondu. Sous sa forme nouvelle, nous pensons qu'il résume fidèlement les divers aspects de ce sujet délicat.

A la suite des Chapitres successifs consacrés à l'étude des Fonctions, et que nous avons tenus soigneusement au courant des nouveautés essentielles, nous avons cru devoir présenter une vue d'ensemble des « Matières colorantes ». Ce groupe de corps, un peu spécial, en ce sens que la couleur est souvent le seul caractère commun à des substances par ailleurs fort différentes, apparaît aussi intéressant pour la Chimie pure qu'il est éminemment utile par les applications de ses innombrables représentants.

De plus en plus, nos connaissances sur les relations entre les propriétés physiques des corps et leur structure moléculaire se multiplient et se précisent. Dans cet ordre d'idées nous avons présenté, au Chapitre des « Préliminaires » et « Théories générales », toute une série nouvelle de données et de considérations diverses, notamment sur la densité, la solubilité, le point d'ébullition, la réfraction, l'aimantation, l'absorption et l'émission des radiations, la conductibilité électrique des substances organiques.

Il nous a semblé aussi que le moment était venu d'aborder dans un Ouvrage élémentaire, du point de vue de la Chimie organique, le problème général du mécanisme des réactions. Cette étude nous a permis de faire ressortir, par la seule considération de la vitesse, de la limite et de l'équilibre chimique, la différence réelle qui éloigne, bien qu'elles obéissent aux mêmes lois, les réactions de la Chimie minérale de celles de la Chimie organique, où la lenteur des transformations, due à la nature spéciale du carbone, contraste singulièrement avec la brutalité de la plupart des actions minérales. Le sujet nous a naturellement conduit à traiter maintes questions qui s'y rattachent, en particulier celles des réactions intermédiaires et de la catalyse.

On nous saura peut-être gré d'avoir émaillé notre texte, dans la mesure du possible, de brefs renseignements historiques. On y trouvera en abondance des noms d'auteurs et des dates et, pour les grandes découvertes, quelques courts aperçus. L'impartialité la plus absolue a été notre guide, et nous accueillerions avec reconnaissance toute observation qui tendrait à rectifier des erreurs.

Le Prince **Bonaparte** fait hommage à l'Académie du 4[e] fascicule de l'ouvrage qu'il publie sous le titre de *Notes ptéridologiques*. Dans ce fascicule l'auteur étudie et identifie 238 groupes d'espèces et 90 de variétés de fougères. Il donne les diagnoses originales de 17 espèces nouvelles et de 29 variétés provenant surtout de Madagascar.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'une Commission de six membres, qui devront être choisis par parties égales dans la

Division des Sciences mathématiques et la Division des Sciences physiques, et qui sera chargée de présenter des listes de candidats pour l'élection de deux Associés étrangers.

MM. **Émile Picard**, **Bigourdan**, **Branly** pour les Sciences mathématiques; MM. **Armand Gautier**, **A. Lacroix**, **Termier** pour les Sciences physiques, réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie décide qu'en l'absence de M. le Président et de M. le Vice-Président, cette Commission se réunira sous la présidence de M. **Camille Jordan**.

PLIS CACHETÉS.

M. **A. Escaich** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu en la séance du 12 février 1917 et inscrit sous le n° 8363.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une note intitulée :

Un nouveau réactif des oxydants et ses applications.

(Renvoi à l'examen de M. Ch. Moureu.)

M. **Camille Savoire** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 14 décembre 1908 et inscrit sous le n° 7417.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, renferme une note intitulée :

Considérations générales sur une nouvelle conception de la thérapeutique de la tuberculose et sur un nouveau mode de traitement de cette affection.

(Renvoi à l'examen de M. A. Laveran.)

CORRESPONDANCE.

MM. **Robert Jonckheere**, **J. Pavillard** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

MM. **L. Guillet**, **A. Paillot** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur la *Fondation Loutreuil*.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Les fonctions prolongeables.* Note de M. **Maurice Fréchet.**

Dans un article récent (¹), M. Georg Pólya a cherché à préciser le sens qu'il faut attacher à cette proposition bien connue : une série entière n'est pas, *en général,* prolongeable au delà de son cercle de convergence.

Autrement dit, parmi les fonctions holomorphes dans le même cercle de convergence C, l'ensemble E de celles qui ne sont pas prolongeables au delà de C est plus vaste que l'ensemble *e* de celles qui le sont.

Le sens de cette assertion ne peut être éclairci par la comparaison des puissances des ensembles E, *e* : ceux-ci ont tous deux la puissance du continu. M. Pólya fait alors intervenir la notion d'élément-limite d'un ensemble de fonctions ayant C pour cercle de convergence. Il montre qu'en définissant les éléments-limites (ou d'accumulation) au moyen de voisinages convenablement choisis, on peut obtenir les propositions suivantes :

L'ensemble E *est partout dense et n'a que des éléments intérieurs.*
L'ensemble e n'a que des éléments isolés.

Ces propositions sont très intéressantes et méritent d'être retenues. Mais font-elles réellement toute la lumière sur l'obscurité initiale? Nous en doutons, car un raisonnement très simple va nous montrer qu'en choisissant d'une certaine autre façon la définition des éléments d'accumulation, *on arrive à des conclusions dont l'énoncé constitue le contre-pied de celui de M. Pólya.*

En effet, les deux ensembles E, *e* ayant la puissance du continu, faisons correspondre les éléments de E aux points d'une droite indéfinie D et les éléments de *e* aux points, non sur D, d'un plan P passant par D. Puis dans la classe E + *e* des fonctions dont le cercle de convergence est C, appelons distance de deux de ces fonctions la distance des deux points correspondants du plan P. En définissant alors les éléments-limites par l'intermédiaire de la distance comme d'ordinaire, on obtiendra deux propositions qui seront celles de M. Pólya où l'on aurait permuté E et *e*.

Bien entendu, M. Pólya objectera que la définition des éléments-limites

(¹) *Ueber die Potenzreihen deren Konvergenzkreis natürliche Grenze ist* (*Acta mathematica*, Band, 41, p. 99-118).

que nous employons est absolument artificielle et ne convient nullement à la nature des éléments envisagés. Et il aura pleinement raison. Seulement notre exemple montre que la nébulosité qu'il s'agissait de dissiper n'a été que déplacée. Au lieu d'avoir à éclaircir le sens des expressions « plus général », « ensemble plus vaste », il faut définir le sens à attribuer aux mots « voisinages non artificiels, convenant à la nature des éléments envisagés ». Toutefois cette nouvelle position du problème constitue peut-être un progrès.

PHYSIQUE. — *Nouvelles recherches expérimentales sur la gravitation.* Note (1) de M. V. Crémieu, présentée par M. E. Bouty.

Dans une précédente Note (2), j'ai décrit la première série d'expériences que j'ai effectuée pour vérifier si l'attraction newtonienne agissant entre deux corps n'était pas modifiée par le mouvement de ces corps.

La première série a donné des résultats négatifs.

Dans une seconde série d'expériences, j'ai vérifié si l'on ne modifierait pas l'attraction mutuelle de deux corps, en balayant l'espace qui les sépare par des lignes de force émanées d'un troisième corps animé d'un mouvement rapide.

Le dispositif était le suivant : Une balance de torsion a été constituée avec une tige métallique rigide FF (*fig.* 2) de 25^{cm} de long. portant en AA deux petites masses d'or pesant 2^g chacune, fixées à 2^{cm} de l'axe FF.

Autour de FF, concentriquement à l'enveloppe métallique qui protège la balance, on peut déplacer une sphère de bronze M, pesant 1^{kg}, et dont le centre est situé à 6^{cm} de la masse inférieure A, dans le plan horizontal passant par le centre de A.

En plaçant M dans un plan vertical faisant 45° avec le plan FFA, on obtenait sur une échelle placée à 6^m, une déviation de 75^{mm}, ce qui correspondait pour la balance à une sensibilité au $\frac{1}{10000000}$ d'erg.

La balance, assez amortie, pouvait cependant faire cinq à six oscillations complètes avant de s'arrêter. La pseudo-période de ces oscillations était de 2 minutes.

Le cylindre tournant C des expériences précédentes était placé en dessous de la balance, au voisinage immédiat de la partie inférieure de son enveloppe protectrice et de manière que l'axe LFF passe par le centre du cylindre C, l'axe de rotation XX faisant 45° avec la droite joignant les centres de M et A.

Par suite, la rotation du cylindre C produisait un balayage de l'espace compris

(1) Séance du 1er octobre 1917.

(2) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 586.

entre M et A, par des lignes de force gravifique dont le plan faisait 45° avec les lignes de force allant de M à A.

L'expérience consistait, comme précédemment, à observer la position d'équilibre de

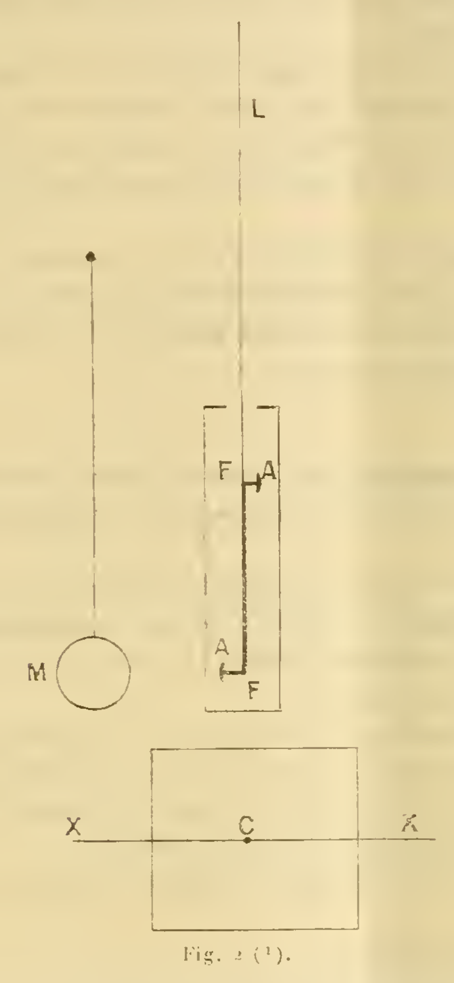


Fig. 2 ([1]).

la balance pendant quelques minutes, soit par des lectures d'élongations successives, soit en attendant le repos complet. Puis on mettait le disque en rotation.

Les effets observés ont été constamment nuls.

Le système solaire présente un analogue de cette expérience, dans le balayage produit par les lignes de force gravifique entraînées par le Soleil dans son mouvement de rotation propre, dans la région qui sépare la Terre de la Lune. Mais les rotations sont si lentes, les distances si considérables,

---

([1]) Voir aux *Errata*, p. 688, une rectification relative à la figure 1.

comparées avec celles réalisées dans l'expérience, et l'angle du plan de balayage si différent, qu'un calcul analogue à celui fait précédemment indiquerait pour l'expérience une sensibilité infiniment supérieure à celle réalisée astronomiquement.

Remarquons seulement que dans l'expérience, le flux entre M et A est du même ordre de grandeur que le flux émané du cylindre C, dans la région MA. D'ailleurs aux vitesses de rotation employées, (1000 t : m) le flux mobile présentait une variation par seconde égale à 60 fois la valeur du flux MA.

Enfin, les conditions de sensibilité réalisées auraient permis de voir des effets de l'ordre du $\frac{1}{100}$ de l'effet d'attraction gravifique entre M et A.

Ces quelques chiffres déterminent dans quelle mesure on peut affirmer que les effets cherchés sont nuls.

RADIOLOGIE. — *Dosimétrie en X-Radiothérapie : Choix du rayonnement optimum.* Note [1] de M. **Guilleminot**, transmise par M. Villard.

J'ai montré, dans un travail présenté antérieurement [2], comment on peut apprécier l'efficacité ou la nocivité d'un rayonnement X sur les différents tissus et à des profondeurs variées connaissant la quantité et l'intensité du rayonnement incident.

Je dois indiquer à présent, en me plaçant à un point de vue essentiellement pratique, comment on peut tirer de ces notions des indications précises sur le choix du rayonnement à employer pour la radiothérapie des différentes affections qui en sont justiciables.

Le problème de la radiothérapie se ramène à quelques propositions très simples.

Il y a deux cas à considérer :

1° *Lésions superficielles intéressant seulement les téguments.* — Il y a lieu de donner des doses efficaces élevées aux quelques premiers millimètres traversés, et il n'y a aucune utilité à agir dans la profondeur. On commence à faire œuvre thérapeutique utile à partir de 25 à 30 M^1 par séance. Il y aura intérêt en ce cas à prendre un rayonnement incident peu pénétrant et non filtré, par exemple : 400 M ($3\frac{1}{2}$ H) de n° 4 ou 500 M (4 H) de n° 5-6.

---

(1) Séance du 29 octobre 1917.

(2) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 462.

Si l'on voulait produire le même effet avec du n° 7-8 filtré par 3^{mm} d'aluminium, il faudrait plus de 1200 M ($9\frac{1}{2}$ H).

2° *Lésions profondes avec peau saine.* — En ce cas, quel que soit le rayonnement employé, il est deux règles qui dominent toute la technique, à savoir :

1° Ne pas donner aux couches les plus sensibles de la peau, c'est-à-dire aux cellules de Malpighi, plus de 25 à 30 M^1 par séance ou plus de 75 à 80 M^1 par mois en trois séances.

2° Arriver, tant par le choix du rayonnement que par l'emploi de plusieurs portes d'entrée, à la dose efficace profonde nécessaire pour atteindre, au niveau de la lésion, au moins le seuil de l'action thérapeutique.

Le Tableau ci-dessous a pour but de montrer les doses maxima qu'il ne faut pas dépasser en se conformant à la première de ces règles.

Qualité.	Qualité mesurée avant le filtre.		Qualité mesurée après le filtre.		Doses efficaces mesurées en M^1, c'est-à-dire en M absorbés par unité millimétrique de tissu albuminoïdique.							
	M	H (env.)	M	H (env.)	de 2^{mm}. M^1	à 5^{mm}. M^1	à 1^{cm}. M^1	à 2^{cm}. M^1	à 3^{cm}. M^1	à 4^{cm}. M^1	à 6^{cm}. M^1	à 8^{cm}. M^1
N° 4	370	3	»	»	25	18,2	11	4,7	2,36	1,37	0,586	0,286
N° 5-6	495	4	»	»	25	19,3	12,9	6,6	3,9	2,57	1,38	0,84
N° 7	610	5	»	»	25	19,9	14,2	7,9	4,96	3,44	2,00	1,34
N° 7-8, filtre 0,5	900	$7\frac{1}{4}$	715	$5\frac{3}{4}$	25	20,6	15	9,1	6,1	4,43	2,71	1,86
» 1	1260	10	820	$6\frac{1}{2}$	25	21	16	10,2	7,1	5,5	3,5	2,15
» 1,5	1640	13	890	7	25	21,4	16,6	11,05	7,9	6,3	3,94	2,77
» 2	2220	$17\frac{3}{4}$	1040	$8\frac{1}{3}$	25	22	17,7	12,2	9,3	7,3	4,8	3,2
» 2,5	2780	$22\frac{3}{4}$	1140	9	25	22,15	18,4	13,4	10,35	8,3	5,5	3,8
» 3	3350	$26\frac{3}{4}$	1220	$9\frac{3}{4}$	25	22,6	18,9	14,1	11	9	6	4
» 5	6490	52	1580	$12\frac{1}{2}$	25	23,3	20,9	17	14,2	12	8 (?)	5,5 (?)
Faisceau 0,890 pur.	»	»	2200	$17\frac{1}{2}$	25	24,3	22,8	20	18,1	16,2	12,6	10,4

Il indique pour 25 M^1 d'efficacité au niveau de la couche de Malpighi : d'une part la dose correspondante des rayonnements incidents variés, et d'autre part les doses efficaces agissant dans ces conditions aux différentes profondeurs.

Ce Tableau fait voir que si l'on traite un tissu pathologique situé à 6^{cm} ou 8^{cm} de profondeur par exemple, il serait impossible d'atteindre par séance et par porte d'entrée avec du n° 4 une dose efficace supérieure à un ou deux tiers de M^1, tandis qu'un rayonnement n° 7-8 filtré par 3^{mm} d'aluminium permet d'atteindre de 4 à 6 M^1, ce qui donne la possibilité, en 4 ou 5 séances, d'obtenir la dose thérapeutique qui paraît avoir son seuil, du

moins pour certaines cellules (cellules des ganglions lymphatiques, des glandes sexuelles), aux environs de 20 à 30 M[1].

D'après cela, on devrait en principe, dès lors que la couche de Malpighi est indemne et qu'on veut agir plus profondément que cette couche, recourir au maximum de filtration, mais il est évident que, pour les faibles profondeurs, l'effet utile pouvant être atteint avec une dépense d'énergie radiante plus faible, des raisons pratiques peuvent tempérer cette règle absolue. Il peut aussi, dans certains cas, être avantageux d'éviter les rayonnements trop pénétrants pour ne pas agir sur des tissus sains situés plus profondément.

GÉOLOGIE. — *Sur les éruptions du littoral de l'Algarve (Portugal).* Note [1] de M. **Pereira de Sousa**.

L'Algarve offre de nombreux affleurements de roches éruptives basiques (laccolites, filons, necks, etc.).

Dans la zone des *couches de Silves* (Trias et Infralias) qui bordent la Méséta, on observe généralement des laccolites. Par contre, ce sont des filons qui traversent les schistes carbonifères, les couches de Silves et quelquefois le Lias, surtout près de la côte occidentale (région Bordeira-Aljezur). Ils paraissent contemporains des éruptions de la Serra de Monchique, dont l'âge est difficile à préciser. Cependant, certaines données stratigraphiques et morphogéniques semblent devoir faire considérer cette série comme au moins post-liasique.

Au bord de la mer, sur les côtes méridionales et occidentales de l'Algarve, on voit des filons ou dykes qui me semblent appartenir à une autre formation éruptive, actuellement effondrée sous la mer.

Entre ces deux groupes de filons, se placent, en grand nombre, des cheminées d'éruption ou necks, dont l'une d'elles traverse les couches à peu près horizontales de l'Helvétien à Villa Nova de Portimão.

Cet affleurement éruptif de Portimão est le plus moderne qui ait été découvert jusqu'ici au Portugal, car on n'y connaissait pas encore de roches éruptives traversant des terrains incontestablement tertiaires.

L'Algarve nous apparaît donc offrir au moins deux séries d'éruptions : l'une, la plus ancienne, est post-liasique ; l'autre, la plus moderne, est helvétienne ou post-helvétienne.

---

[1] Séance du 5 novembre 1917.

Les roches éruptives du littoral sont basiques, souvent à olivine, parfois à caractère lamprophyrique par suite de l'existence de beaucoup de hornblende. Elles contiennent fréquemment de la néphéline dans la région de Vila de Bispo.

Macpherson ([1]) a déjà décrit, sans toutefois les spécifier, des roches à néphéline dans cette région (basaltes néphéliniques, basalte feldspathique à verre néphélinique). Je viens moi-même d'y découvrir plusieurs autres affleurements de ces mêmes basaltes ainsi que diverses roches intéressantes à néphéline pœcilitique.

La Carte géologique du Portugal ([2]) indique, dans cette région, quelques affleurements d'ophite et de basalte.

Les ophites anciennes, généralement en laccolites, représentent, en réalité, tous les termes de transition entre des labradorites microlitiques et des types véritablement ophitiques (diabases). Quelquefois elles renferment de l'olivine, souvent transformée en bowlingite, et de l'augite.

On observe dans la région de Vila do Bispo une *essexite* constituée par un grand nombre de cristaux amphiboliques automorphes (barkévicite) accompagnés d'augite, de péridot, d'apatite et d'ilménite; tous ces minéraux englobent de grands cristaux allongés et enchevêtrés de labrador; l'orthose et la néphéline remplissent des espaces intersertaux (400^{m} du nord-nord-ouest du point géodésique Milrei, au sud-est de Vila do Bispo).

Les filons du littoral de l'Algarve sont constitués généralement par des labradorites ou des basaltes, passant parfois à des diabases ou, encore, à des camptonites et à des monchiquites, plus rarement à des limburgites. Cependant, dans la région de Vila do Bispo, il existe des filons de *néphélinite à olivine* avec barkévicite et biotite (650^{m} sud, 76° est de l'église de Vila do Bispo), et de *téphrite à olivine* (basanite néphélinique), forme microlitique de l'essexite signalée plus haut; la néphéline xénomorphe y englobe pœcilitiquement les autres éléments (entre Monte Granja et Monte dos Amantes au sud-sud-ouest de Vila do Bispo).

D'autres roches (basalte feldspathique, peut-être néphélinique) existent encore sur le littoral sud de l'Algarve (Cabeça Nines, près de Sagres, etc.); les plus remarquables sont des basaltes micacés, qui forment surtout des necks (Chapelle de San Pedro, près de la route Portimão Lagos; Vila Nova de Portimão).

A signaler enfin des necks de limburgite (Taipa, près de Portimão, etc.).

En résumé, l'existence, sur le littoral de l'Algarve, de roches à feldspathoïdes en tout point semblables à celles des Açores, de Madère, des Selvagens, des Canaries et du Cap-Vert, de même que l'existence de l'affleurement éruptif, helvétien ou post-helvétien de Portimão, autorisent à conclure que l'Algarve a été aussi le théâtre d'éruptions à comparer à celles qui ont donné naissance aux îles de la partie orientale de l'Atlantique central.

([1]) J. Macpherson, *Études des roches éruptives, recueillies par M. Choffat dans les affleurements secondaires au sud du Sado* (*Com. da Comissão dos trabalhos géologicos de Portugal*, t. I, fasc. 2, 1887).

([2]) Delgado et Choffat, *Carte géologique du Portugal* (Lisbonne, 1899).

L'Algarve appartient à la même province pétrographique que ces îles: on y trouve comme dans certaines de celles-ci (Cap-Vert) des roches plus anciennes, grenues, (syénites néphéliniques, etc., de la Serra de Monchique) et aussi des roches volcaniques, quelques-unes plus modernes; celles du littoral de l'Algarve doivent être rapprochées des plus basiques de celles des îles.

ENTOMOLOGIE. — *La sériciculture à Madagascar.* Note de M. **Fauchère.**

Ayant été chargé de réorganiser le service de sériciculture dans le centre de Madagascar, j'ai eu l'occasion de faire un certain nombre d'observations nouvelles qui font l'objet de cette Note.

Les races de *Sericaria mori* introduites à Madagascar proviennent du midi de l'Europe et étaient toutes des races dites *monovoltines*, c'est-à-dire n'ayant qu'une génération par année. Après une période d'environ deux années, ces races adaptées aux conditions climatériques du centre de l'île sont devenues franchement polyvoltines, donnant six générations par an.

Contrairement à l'opinion courante que les races polyvoltines donnent en quantité et en qualité des récoltes inférieures j'ai pu observer que les races ainsi acclimatées fournissaient des cocons identiques à ceux de ces mêmes races restées monovoltines, leur soie étant considérée par les industriels français comme de toute première qualité.

D'autre part, tandis que les œufs de vers monovoltins doivent être hibernés pour éclore régulièrement, ceux des races acclimatées à Madagascar éclosent très régulièrement 12 à 13 jours après la ponte sans qu'il soit nécessaire de les soumettre à l'action du froid. Au contraire, cette action semble nuisible, car les œufs de vers à soie que j'ai exposés dans des chambres à + 5° environ n'éclosaient plus régulièrement.

De même qu'en Europe, les vers à soie à Madagascar sont attaqués par plusieurs maladies, notamment par la pébrine qui est le plus redoutable ennemi du sériciculteur malgache. Cette affection est aggravée dans les pays tropicaux par ce fait que les générations d'insectes se succèdent toute l'année sans interruption et aussi par l'incurie des éleveurs indigènes.

J'ai été amené à rechercher des moyens pratiques pour limiter l'extension de la pébrine et permettre la production de cocons exempts de germes de maladie.

C'est ainsi que j'ai pu observer que la transmissibilité de cette affection

est plus difficile qu'on ne l'admet en général. En élevant les vers à soie par familles séparées, j'ai pu obtenir dans le même local des familles presque complètement exemptes de sujets pébrinés, alors que les individus composant les familles voisines étaient tous infectés.

J'ai donc été amené à faire de ce système d'élevage une règle absolue pour la production de la *graine* à la station séricicole de Nanisana, près Tananarive.

Dans le *grainage* proprement dit j'ai perfectionné, pour l'adapter aux conditions de la sériciculture tropicale, le système de grainage cellulaire employé en Europe.

Au lieu de mettre les couples de papillons sur des morceaux d'étoffe appelés *cellules*, ils sont disposés sur des feuilles de papier reposant sur des planchettes, puis recouverts d'une sorte d'entonnoir en fer-blanc, qui assure un isolement complet des femelles. Ce perfectionnement a l'avantage d'éviter le mélange des œufs qui se produit presque fatalement dans le système ordinaire. En outre, il permet de préparer une très grande quantité de graines dans un espace restreint.

Ces remarques s'appliquent uniquement au *Sericaria mori*, car il existe en outre une espèce de ver à soie indigène, *Borocera madagascariensis*, qui fournit une soie grossière, et dont les mœurs et le mode de vie sont très différents.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur le nerf optique laminaire et sur le nerf optique ganglionnaire*. Note de M. **Nicola Alberto Barbieri**, présentée par M. Ed. Perrier.

Le nerf optique laminaire se rencontre chez plusieurs poissons et chez plusieurs oiseaux, le nerf optique ganglionnaire chez tous les mollusques céphalopodes.

I. *Poissons*. — Le nerf optique présente deux formes bien distinctes, l'une cylindrique et l'autre laminaire. Les gadidés, les murénidés, les poissons cartilagineux possèdent l'optique cylindrique, les autres poissons l'optique laminaire. Un profond sillon qu'on rencontre aussi dans l'optique des ruminants, caractérise la terminaison de l'optique cylindrique. Ce sillon manque complètement dans le nerf optique laminaire. Celui-ci (*labrax lupus*) est constitué depuis son émergence jusqu'à sa terminaison de huit à dix lames accolées et continuées les unes dans les autres grâce à

leurs bords arrondis. Le nerf optique se trouve ainsi transformé dans une membrane plusieurs fois pliée sur elle-même. Cette membrane se laisse facilement étaler et prend alors l'aspect d'un éventail ouvert du côté cérébral. Les optiques laminaires très longs, d'un poids presque égal au poids de l'encéphale, se croisent, mais ils ne forment pas le chiasma. De même les nerfs optiques cylindriques se croisent sans former le chiasma.

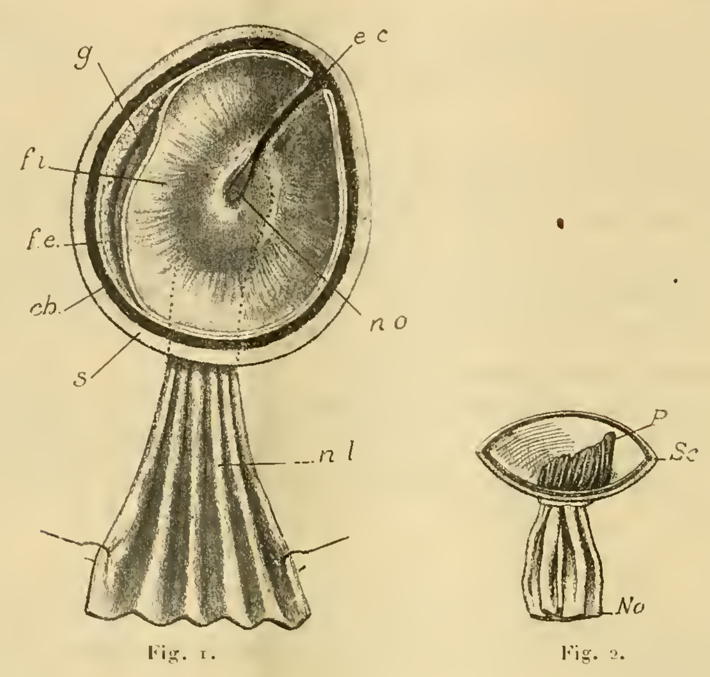


Fig. 1. — Nerf optique laminaire des poissons. — *f. i.*, feuillet interne de la rétine; *f. e.*, feuillet externe; *g.*, granulations; *ch.*, choroïde; *s.*, sclérotique; *e. c.*, espace choroïdien dépourvu de rétine; *n. o.*, terminaison ovale de l'optique; *n. l.*, nerf laminaire.

Fig. 2. — Nerf optique laminaire des oiseaux. — *N. o.*, nerf optique laminaire; *P*, peigne; *Sc.*, sclérotique.

Les lames optiques, dans leur passage à travers le canal scléral, se soudent et se terminent par une face ovale sur laquelle s'insère la rétine. La rétine est constituée par deux feuillets, l'un interne ou fibrillaire, l'autre externe ou granulaire. Le feuillet interne du côté nasal de chaque globe oculaire, en se continuant à gauche et à droite avec le feuillet externe, laisse découvert sur la choroïde un long et étroit espace rectangulaire qui s'étend de la terminaison ovale de l'optique jusqu'aux procès ciliaires, espace qui est rempli par le corps vitré. Ainsi chez les poissons il y a toute une zone de la choroïde qui n'est pas recouverte par la rétine.

II. *Oiseaux*. — Les oiseaux possèdent un optique laminaire qu'on rencontre chez les rapaces diurnes et chez les palmipèdes ou un nerf optique cylindrique qu'on rencontre chez les rapaces nocturnes et chez les autres oiseaux. Le nerf optique laminaire est très court, il est constitué par des lames très minces, et en pénétrant dans la sclérotique il se divise en deux branches, l'une nasale, très faible, et l'autre temporale, très robuste. Ces branches, après avoir perdu tout aspect laminaire, cheminent dans un conduit creusé dans l'épaisseur même de la sclérotique, conduit qui est recouvert dans sa partie externe par une lamelle osseuse.

III. *Mollusques céphalopodes*. — Les nerfs optiques très courts pénètrent et se terminent après leur émergence cérébrale dans une masse (ganglion optique) blanchâtre, compacte et opaque. Le ganglion optique présente une conformation uniforme avec des surfaces lisses et polies, un bord externe convexe et un bord interne concave. Une capsule membraneuse (capsule ganglionnaire) avec sa face interne lisse et polie enveloppe complètement le ganglion optique.

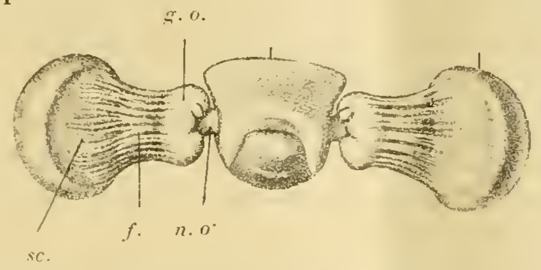


Fig. 3. — Nerf optique ganglionnaire des mollusques céphalopodes. — *g. o.*, ganglion optique; *f.*, fibrilles conjonctives; *n. o.*, nerf optique; *sc.*, sclérotique.

De la face externe rugueuse de la capsule ganglionnaire partent de nombreuses fibrilles conjonctives qui fixent le ganglion optique à la sclérotique. La sclérotique est constituée de deux calottes sphériques, et seulement dans la calotte externe se terminent les fibrilles conjonctives. Le ganglion optique repose avec sa face externe sur la sclérotique, et il s'en sépare facilement. Bref, le nerf optique, en se terminant dans un ganglion incapsulé et fort éloigné de la sclérotique, ne peut pas rejoindre la rétine.

Si l'on fixe les yeux des mollusques céphalopodes dans l'alcool [1], on

---

[1] Pour bien étudier les rapports anatomiques du corps vitré avec la rétine, et de la rétine avec la choroïde il est nécessaire de fixer les globes oculaires dans l'alcool à 90° et de pratiquer des injections réitérées d'alcool à 90° dans la chambre postérieure des yeux.

peut isoler le corps vitré avec toute la rétine, laquelle ne contracte pas la moindre insertion sur la choroïde.

Ces faits anatomiques confirment ce que j'ai déjà annoncé sur la différente composition chimique du nerf optique et de la rétine, et sur la terminaison non rétinienne du nerf optique (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1367 et 1532, et XI[e] Congrès international de Physiologie, Groningue, 1913).

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *L'instinct paralyseur des Hyménoptères vulnérants.* Note (¹) de M. **Etienne Rabaud**, présentée par M. Yves Delage.

Suivant l'opinion courante, le venin des Hyménoptères vulnérants n'aurait qu'une action locale ou, du moins, qu'une diffusion très lente. Ces insectes n'obtiendraient donc l'immobilité rapide de leurs victimes qu'en piquant directement les ganglions nerveux ou leur voisinage immédiat et en pratiquant autant de piqûres qu'il y a de ganglions. De plus, les Hyménoptères reconnaîtraient les points précis correspondant à ces ganglions, sans être guidés par la configuration externe de leurs proies, grâce à un sens tactile spécial siègeant à l'extrémité de l'abdomen.

Sauf Marchal (1887) qui, s'appuyant sur les faits, a formulé quelques réserves quant à la réalité de cette extraordinaire précision, la plupart des observateurs admettent la thèse dans son ensemble. Nul ne l'a jamais soumise au contrôle expérimental.

Or il s'agit précisément de savoir si une piqûre détermine une paralysie rapide, quel que soit le point du corps sur lequel elle porte ou seulement quand elle porte sur un point particulier, à l'exclusion des autres. Pour réaliser l'expérience, les Pompiles et les Araignées offrent d'assez grandes facilités. En introduisant chacun d'eux dans un tube étroit, qui le maintienne sans le comprimer, on laisse à découvert l'abdomen des unes et l'on garde la possibilité de diriger le dard des autres.

Supposant, avec nombre d'auteurs, que l'aiguillon des Pompiles traversait sans peine les téguments abdominaux des Araignées, j'ai commencé par mettre un *Priocnemis variabilis* Rossi en contact avec un *Misumena vatia* Clerck presque adulte : le *Priocnemis* n'a pas piqué. Serait-ce vraiment qu'il n'a pas trouvé le point privilégié sur l'abdomen de sa victime ? Non, le dard demeure dans sa gaine, tout simplement parce qu'il

(¹) Séance du 5 novembre 1917.

rencontre une résistance insurmontable. Dès que la résistance diminue suffisamment, il fait saillie et on le voit glisser entre la paroi du tube et l'abdomen de l'Araignée. J'ai échoué pour la même raison avec des Araignées variées. Pour tourner cette difficulté inattendue, mais fort instructive, j'ai tout d'abord utilisé des Araignées d'assez petite taille relativement aux Pompiles. Les résultats obtenus ont été fort encourageants, puisqu'une seule piqûre de l'abdomen entraînait la paralysie.

Néanmoins, en raison de l'exiguïté des victimes, ces résultats n'apportaient pas avec eux une démonstration sans réplique. Il fallait trouver, sur l'abdomen d'Araignées de taille correspondant à celle des Pompiles, un point vulnérable éloigné des centres nerveux. Or, chez la plupart des Araignées, la région de l'orifice anal et des filières est un lieu de moindre résistance. Là, le dard des Pompiles traverse le tégument et paralyse les victimes rapidement, presque instantanément. Le temps écoulé entre la piqûre et la paralysie est sensiblement aussi court que quand le dard pénètre par un point ou un autre du céphalo-thorax. Cette fois les résultats sont tout à fait démonstratifs : je les ai obtenus avec six espèces de Pompiles sur une quarantaine d'Araignées, appartenant à dix-neuf espèces, quelques-unes d'un volume très supérieur à celui des Pompiles. Chez deux d'entre elles quelques secondes se sont écoulées entre l'opération et la paralysie ; mais celle-ci est survenue brusquement, foudroyant l'Araignée qui courait rapidement sur la table.

Le venin des Pompiles possède donc, relativement aux Araignées, un grand pouvoir de diffusion. Il s'ensuit que le dépôt de ce venin à proximité des centres nerveux n'est pas nécessaire pour provoquer la paralysie. L'étude anatomique des Araignées permet d'ailleurs de se rendre compte que, dans les conditions normales, le dard n'atteint pas fréquemment le ganglion. Celui-ci est, en effet, protégé par un plastron résistant qui le déborde en tous sens, et particulièrement en arrière ; par suite quand le Pompile pique la membrane abdomino-thoracique, le dard, dirigé presque verticalement en haut, passe très loin du ganglion. Il ne s'en rapprocherait, s'il avait une longueur suffisante, qu'en glissant au contact de la face interne du sternum, et parallèlement à lui, ce qu'il ne peut faire. En réalité, si le Pompile pique certains points de préférence à d'autres, il ne choisit nullement les points correspondant aux centres nerveux ; son aiguillon transperce les surfaces vulnérables qu'il rencontre. Le Cerceris, avec le Bupreste ou le Charançon, ne fait pas autrement.

Quant à l'effet produit par le venin inoculé dans la région anale, il

présente tous les degrés de la paralysie, jusqu'à la mort. Dans plusieurs cas, les victimes, quoique inertes, vivaient encore au huitième jour, au moment où je les ai plongées dans l'alcool, en vue d'une détermination ultérieure. Ces différences ne tiennent nullement, d'ailleurs, aux espèces mises en présence : Marchal (1887 et 1893) en a observé d'analogues dans les conditions naturelles et en a conclu qu'il n'existait aucune séparation tranchée entre les tueurs et les paralyseurs. De plus, les Peckham (1898) et Maigre (1903) ont constaté que les larves d'Ammophiles se développent aussi bien sur un cadavre que sur une chenille simplement paralysée.

Des données complémentaires permettent de généraliser ces résultats. La force de pénétration du dard des divers Hyménoptères vulnérants n'est guère supérieure, toutes choses égales, à celle du dard des Pompiles. J'ai pu m'en assurer en faisant piquer des Araignées de même espèce (*Tegenaria parietina*) et sensiblement du même âge par des Cerceris, des Philanthes, des Bembex, des Sphex, des Tachytes, des Eumènes; le tégument des chenilles, même de petites dimensions (*Olethreutes*, *Carpcapsa*, *Strenia*), leur résiste également. Et ceci s'accorde avec les relations des Peckham, de Marchal, de Maigre spécifiant que les Ammophiles piquent les chenilles au niveau des intervalles segmentaires où la peau est le plus mince; en outre il ressort de récits de Fabre, et contrairement à ses affirmations, que les larves de Cétoine elles-mêmes ne sont pas molles en tous points. Il faut donc renoncer à distinguer les victimes qui n'auraient qu'un petit nombre de points vulnérables de celles qui seraient vulnérables par la surface entière de leur corps. En aucun cas, l'abdomen du paralyseur ne cherche ni ne reconnaît un point déterminé; il se déplace à l'aventure et l'aiguillon ne pénètre que s'il rencontre une surface de moindre résistance : *la rapidité de la rencontre est essentiellement fonction de la position relative initiale de l'agresseur et de la victime, ainsi que du nombre des points vulnérables*. Parmi ces derniers, il n'en est pas de privilégié; les dispositions anatomiques du système nerveux ne jouent qu'un rôle secondaire; où que l'aiguillon pénètre, le venin produit un effet rapide, quel que soit le paralyseur et quelle que soit la victime. Non seulement je n'ai trouvé aucune spécificité entre Pompiles et Araignées, mais encore le venin des Pompiles peut paralyser de jeunes larves de Gryllidés en pénétrant par le cou, ou des chenilles en pénétrant à la région moyenne du corps; de même, l'un quelconque des vulnérants ci-dessus énumérés paralyse une Araignée en la piquant dans la région anale. Le venin est plus ou moins actif, la paralysie plus ou moins marquée et plus ou moins durable; il peut y avoir des cas

d'immunité, mais le pouvoir de diffusion ne diffère pas sensiblement d'un animal à l'autre.

Tels sont les faits essentiels qui ressortent de mes expériences; ils projettent à coup sûr quelque lumière sur une question jusqu'ici fort débattue. Joints à d'autres encore inédits ils aideront à établir, dans ses traits généraux, une théorie scientifique de l'instinct.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur les caractères spéciaux que présentent, aux différents stades de leur développement, les Bivoltins accidentels qui se produisent chez le Bombyx du Mûrier.* Note de M. **A. Lécaillon**, présentée par M. Henneguy.

J'ai exposé, dans une Note récente ([1]), des faits relatifs à l'apparition de Bivoltins accidentels dans une race univoltine de Vers à soie et à l'explication qu'on peut en donner. Lorsque, en Sériciculture, ces Bivoltins se produisent, on n'en fait pas l'élevage. Pour recueillir les cocons peu nombreux qu'ils pourraient fournir, il serait en effet indispensable de recommencer une série de travaux coûteux. Mais, au point de vue biologique, les Bombyx en question sont intéressants parce qu'ils semblent représenter, dans l'échelle des transformations que peut subir une race univoltine pour engendrer une race bivoltine bien constituée, un échelon important. Et comme, d'autre part, il existe aussi, chez le Bombyx du Mûrier, de nombreuses races et variétés qui se sont formées, suivant des processus inconnus, au cours des siècles pendant lesquels l'homme s'est adonné à la Sériciculture sous les climats les plus divers, il est permis de penser que, si le cas des Bivoltins accidentels était bien élucidé, il permettrait de mieux comprendre les autres phénomènes de variation qui se sont produits ou qui peuvent encore se produire dans l'espèce dont il s'agit ici. Pour cette raison je crois utile de faire connaître quels furent les caractères spéciaux des Bivoltins qui apparurent dans mes élevages et que j'ai étudiés à tous les stades de leur développement.

a. Les trois pontes où j'ai observé des cas de bivoltinisme accidentel étaient constituées par des œufs si pauvres en matière colorante jaune, qu'ils paraissaient presque complètement blancs. Elles différaient donc nettement, par leur composition chimique, de celles des Univoltins ordinaires qui,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 603.

dans mes élevages, avaient la couleur jaune habituelle. Or l'accumulation de matière jaune, dans le vitellus des œufs de Bombyx, se produit en conséquence de réactions chimiques qui ont lieu, pendant la période d'ovogenèse, dans l'organisme et dans les ovules eux-mêmes. Il est donc juste de dire que les conditions d'élevage où sont placés les Univoltins agissent, quand elles déterminent la production de Bivoltins accidentels, en modifiant d'abord la composition de l'œuf. On peut même ajouter que cette modification porte avant tout sur la composition chimique du vitellus.

b. Pendant le développement embryonnaire des Bivoltins accidentels on n'observe, dans l'œuf, que les faibles changements de coloration que j'ai signalés précédemment. Dans la ponte fécondée qui, dans mes élevages, produisit 377 chenilles bivoltines, voici quels furent ces changements : au quatrième jour après la ponte, quelques œufs passèrent de la teinte jaune très pâle à la couleur faiblement rosée ; au cinquième jour, un assez grand nombre d'autres œufs prirent la même couleur ; au sixième jour, la plupart des œufs avaient encore leur coloration primitive. Dans les œufs univoltins normaux, au contraire, la coloration jaune primitive fait place successivement, à partir du troisième jour, aux couleurs rose, rougeâtre, rouge foncé, grisâtre, gris ardoisé. Et ces couleurs sont très accentuées. On peut dire que, en ce qui concerne ces changements de couleur, il y a une différence profonde entre les œufs univoltins d'une part et les œufs bivoltins accidentels d'autre part. La différence dont il s'agit est due aussi, du reste, au fait que dans l'œuf bivoltin la matière colorante est, dès le début, extrêmement peu abondante.

c. A diverses reprises, des naturalistes essayèrent d'élever des Vers à soie bivoltins accidentels, et il semble que ce fut souvent sans beaucoup de succès. Dans une Note présentée au congrès séricicole d'Udine, il y a 45 ans, Pasteur et Raulin donnèrent à ce sujet les renseignements suivants [1] : Sur 500 Vers bivoltins accidentels élevés en 1870, 498 moururent de la flacherie : quatre autres échantillons périrent entièrement de la même maladie ; dans un autre groupe il y eut un tiers de l'effectif qui produisit des cocons ; enfin, dans deux nouvelles séries, les pertes ne furent que de deux Vers pour l'une, tandis que les 20 Vers de l'autre filèrent leur cocon.

Il est certain que si les Bivoltins accidentels ne possédaient pas une vita-

---

[1] Je cite cette Note d'après un Mémoire publié en 1876 par E. Maillot et qui a pour titre : *Méthodes de sélection pour la confection des graines de Vers à soie* (Montpellier).

lité suffisante pour résister aux causes de destruction que les Bombyx rencontrent toujours autour d'eux, et n'étaient pas capables de se reproduire, ils disparaîtraient tous rapidement. Et il ne serait pas possible de les considérer comme « un échelon » intermédiaire entre une race univoltine normale et une race bivoltine bien constituée. Mais je crois pouvoir affirmer dès maintenant, d'après mes recherches, que pour la plupart d'entre eux l'élevage est facile et la reproduction absolument normale.

Sur les 377 chenilles bivoltines accidentelles qui se sont produites en 1917 dans mes élevages, j'ai choisi les 47 qui naquirent les premières (je les supposais les plus vigoureuses) et les 15 qui apparurent les dernières (je les supposais les plus incapables de poursuivre leur développement). La plus grande partie de ces 62 Vers à soie s'élevèrent avec la même facilité que les individus appartenant à des races bien constituées. J'obtins ainsi 45 cocons normalement construits. Sur les 17 autres Vers, 5 ne construisirent pas de cocons (vers tapissiers); un mourut de la flacherie après avoir acquis toute sa taille; un autre mourut de la même maladie après avoir vécu pendant 67 jours et n'avoir atteint que la moitié environ de la taille normale; 2 s'échappèrent au moment de la montée et 8 périrent avant de subir la première mue. Or dans tous les élevages il peut y avoir de semblables déchets avec des Vers à soie appartenant à des races bien constituées.

d. Aux autres stades du développement, c'est-à-dire chez la chrysalide et le papillon, je n'ai pas remarqué de différence appréciable entre les Bivoltins accidentels et les Univoltins normaux. L'accouplement et la ponte des œufs n'eurent rien de spécial non plus chez les premiers. Le nombre d'œufs pondus par les femelles bivoltines accidentelles correspondit également à celui que l'on trouve chez les Univoltins ordinaires.

A 16 heures et quart, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances aout 1917 (*suite et fin*).

Les Serbes : population rurale et urbaine, vie intellectuelle, religion, politique. Conférence faite à Lyon, le 28 mai 1917, par Iovan Žujović. Paris, Lahure, 1917; 1 fasc.

Charles de Lasteyrie, agronome, économiste et naturaliste, candidat à l'Institut national, par Louis de Nussac. Extrait du *Bulletin de la Société scientifique, historique et archéologique de la Corrèze*, t. XXXIX, p. 282-294. Brive, 1917.

Observations séismographiques faites à l'Observatoire météorologique d'Upsala de septembre 1912 *à avril* 1917, par Sven Landin. Upsala, Observatoire météorologique, 1917; 1 fasc.

Canada. Ministère des mines. Commission géologique; Mémoire 75, n° 10 de la série anthropologique :

L'art décoratif chez les tribus indiennes du Connecticut, par Frank-G. Speck. — Division des mines; n° 214 : *Industries métallurgiques du cuivre au Canada*, par Alfred W. G. Wilson; — n° 335 : *Recherches sur le cobalt et ses alliages, faites à l'Université de Queens, de Kingston, Ontario: troisième partie : Galvanoplastie au cobalt*, par Herbert T. Kalmus; — n° 386, bulletin n° 12 : *Recherches sur un gisement de phosphate signalé dans l'Alberta*, par Hugh S. de Schmid; — Commission géologique; n° 1051 : *La région cuprifère de Whitehorse, territoire de Yukon*, par R.-G. Mc. Connell; — n° 1236, mémoire 32, n° 25, série géologique : *Portion des divisions minières de Portland canal et de la Skeena, district de la Skeena, C. B.*, par R.-G. Mc. Connell; — n° 1595, mémoire 41, n° 38, série géologique : *Flore carbonifère des « Assises à fougères » de Saint-Jean Nouveau-Brunswick*, par Marie C. Stopes; — n° 1464, mémoire 68, n° 59, série géologique : *Une reconnaissance géologique entre Golden et Kamloops, C. B., le long du chemin de fer canadien du Pacifique*, par Réginald-Aldworth Daly. Ottawa, Imprimerie du Gouvernement, 1917; 8 vol. in-8°.

Report of the eighty-sixth meeting of the British Association for the advancement of science: Newcastle-on-Tyne : 1916. London, John Murray, 1917; 1 vol. in-8°.

Results of atmospheric-electric observations made aboard the Galilee (1907-1908), *and the Carnegie* (1909-1916), by L. A. Bauer and W.-F.-G. Swann; — *The magnetic work of the Galilee* (1905-1908), by L.-A. Bauer, W.-J. Peters and J.-A. Fleming; — *The magnetic work of the Carnegie* (1909-1916), by L.-A. Bauer, W.-J. Peters, J.-P. Ault and J.-A. Fleming; *Some discussions of the ocean magnetic work*

(1905-1916), by L.-A. BAUER and W.-J. PETERS. Washington, Carnegie Institution, s. d.: 3 vol. in-4°.

The John Crerar Library: twenty-second annual report for the year 1916. Chicago, 1916; 1 fasc.

Nuove osservazioni di teratologia fiorale nella Digitalis purpurea *L.*, par GIOVANNI-BATTISTA DE TONI. Venezia, Carlo Ferrari, 1917; 1 fasc. in-8°.

Junta de Ciencies naturals de Barcelona. Musei Barcinonensis scientiarum naturalium opera; series zoologica, II : *Instruccions als recol. lectors d'Ins*, per I. DE SAGARRA; — VII : *Les serps de Catalunya*, Nota monogràfica per JOAQUIM MALUQUER i NICOLAU. Barcelona. Museu Martorell, 1917; 2 fasc. in-8°.

Revista do Museu Paulista, publicada por H. VON IHERING, vol. IX. São Paulo, Diario official, 1914; 1 vol. in-8°.

Icones plantarum formosanarum nec non et contributiones ad floram formosanam, auctore BUNZO HAYATA, vol. VI. Taihoku, published by the bureau of productive industries, Government of Formosa, 1916; 1 vol. in-8°.

An account of the crustacea of Norway with short descriptions and figures of all the species, by G.-O. SARS; vol. VI : *Copepoda cyclopoida*, parts VII and VIII : *Cyclopidae* (*concluded*), *ascomyzontidae*: — parts IX and X : *Ascomyzontidae* (*concluded*), *acontiophoridae*, *myzopontiidae*, *dyspontiidae*, *Artotrogidae*, *cancerillidae*: — parts XI and XII : *Clausidiidae*, *lichomolgidae* (*part*). Bergen, Museum, 1917; 3 fasc. in-8°.

Bergens Museum. *Aarsberetning for* 1914-1915; — *Aarsberetning for* 1915-1916. Bergen, John Griegs, 1915 et 1916; 2 fasc. in-12.

Bergens Museums Aarbok 1914-1915; 2 det og 3 die hefte; — 1915-1916 : Historisk-antikvarisk raekke; — *Naturvidenskabelig raekke*: 1. og 2. hefte. Bergen, John Griegs, 1915-1916; 5 fasc. in-12.

Statistiek van den handel en de in- en uitvoerrechten in Nederlandsch-Indië, over het jaar 1915; deel 1. en 2[E]. Batavia, G. Kolff, 1916; 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 29 octobre 1917.)

Note de M. V. *Crémieu*, Recherches expérimentales sur la gravitation :

Page 588, figure. La figure insérée à ladite page se rapporte à une deuxième Note de l'auteur qui paraît dans le présent *Compte rendu*.

La figure 1 ci-dessous doit remplacer celle de la première Note, parue le 29 octobre 1917.

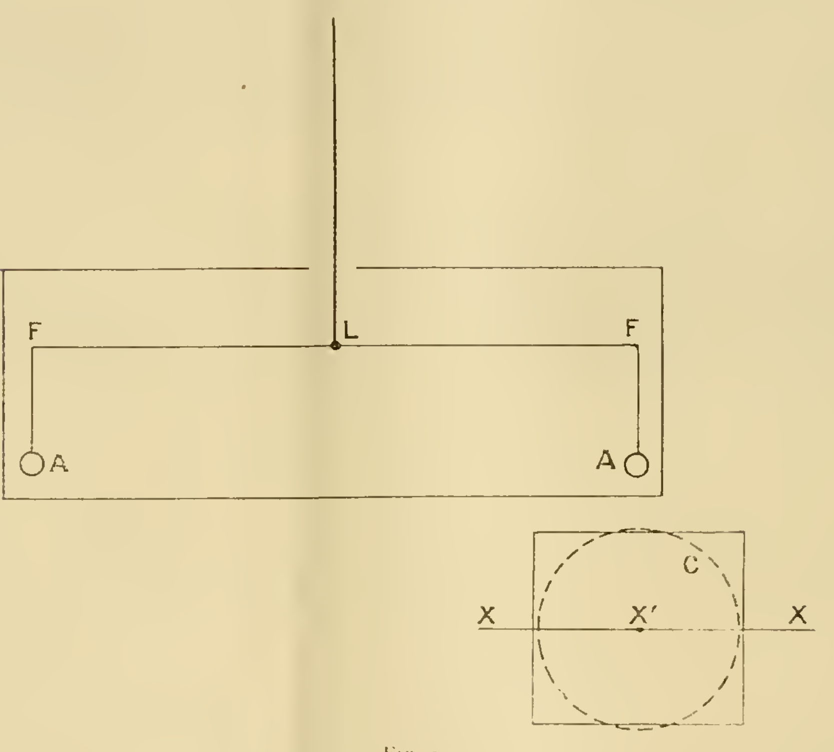


Fig. 1.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 NOVEMBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL PAINLEVÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur le développement, en fraction continue de Stephen Smith, des irrationnelles quadratiques.* Note de M. G. **Humbert**.

1. *Objet de la Note.* — Ayant eu, pour certaines vérifications, à développer des irrationnelles quadratiques en *fraction continue de Smith*, j'ai été frappé du nombre considérable de quotients incomplets égaux à 2 que présentent les parties périodiques de ces développements; de même, dans les développements analogues en *fraction continue ordinaire*, se manifeste, bien qu'à un moindre degré, une fréquence nette des quotients incomplets 2 et 1. Les deux faits ont d'ailleurs entre eux une relation étroite. L'explication du premier est l'objet de cette Note.

Dans une première partie, j'expose, pour le développement de Smith d'*un* nombre quadratique, des résultats assez analogues à ceux de la théorie des fractions continues classiques; dans la seconde, je considère simultanément les développements de *plusieurs* irrationnelles quadratiques *associées*, en nombre égal, selon les cas, à *trois*, *deux*, ou même à *un*, dont la première est arbitraire et qui sont modulairement équivalentes entre elles : chacune d'elles, dans son développement de Smith, donne lieu à une période, et je fais connaître, pour la somme totale des quotients incomplets de ces périodes, une formule très simple, d'où l'on conclut de suite que, parmi ces quotients, il en est nécessairement d'égaux à 2. C'est évidemment l'explication du fait signalé plus haut.

Dans une prochaine Note, j'indiquerai des relations qui lient les périodes d'un groupe d'irrationnelles associées et la période du développement de l'une d'elles en fraction continue ordinaire.

2. *Périodicité.* — Soit (a, b, c) une forme quadratique binaire indéfinie, de déterminant D non carré, et proprement ou improprement primitive; je désignerai ses racines par ω' et ω, en supposant $\omega > 0$; C sera la demi-circonférence décrite, dans le demi-plan, sur le segment $\omega'\omega$, de Ox, comme diamètre.

Γ sera, comme dans des Notes antérieures (I et II) (¹), le groupe des substitutions modulaires

$$z' = \frac{\lambda z + \nu}{\mu z + \rho} \qquad (\lambda\rho - \mu\nu = 1),$$

où $\lambda + \rho$ et $\mu + \nu$ sont *pairs:* à Γ correspond une division, Δ, du demi-plan en triangles curvilignes (*ibid.*).

On voit immédiatement que les substitutions $|x, y; \lambda x + \nu y, \mu x + \rho y$ qui changent (a, b, c) en elle-même, et qui sont de Γ (c'est-à-dire pour lesquelles $\lambda + \rho$ et $\mu + \nu$ sont pairs) sont les puissances de l'une d'entre elles, S.

Cela posé, il est évident que C et la droite $x = \omega$, quand on suit ces lignes dans le demi-plan en se dirigeant vers le point ω de Ox, finissent par traverser les mêmes triangles de la division Δ, et par les traverser *de la même manière* (Note I). Or si C traverse $a_n + 1$ triangles de pointe $p_n : q_n$, et dans un certain sens (positif ou négatif), C traversera aussi, dans le même sens, $a_n + 1$ triangles de pointe $(p_n : q_n)S$, transformée de $p_n : q_n$ par S : cela résulte de ce que la substitution modulaire S, qui est de Γ, n'altère ni C, ni la division Δ. Dès lors, l'interprétation géométrique (Note I) des $2a_n$ et des ε_n montre immédiatement que, dans le développement de Smith, pour ω,

$$(1) \qquad \omega = 2a_1 + \cfrac{\varepsilon_1}{2a_2 + \dots} \qquad (\varepsilon_i = \pm 1).$$

il y aura, à partir d'un certain rang, une périodicité pour les $2a_n$ et une périodicité correspondante pour les ε_n.

Si la période est

$$2m_1 + \cfrac{\varepsilon_1}{2m_2 + \dots + \cfrac{\varepsilon_{n-1}}{2m_n + \cfrac{\varepsilon_n}{2m_1 + \dots}}},$$

nous la désignerons par

$$2m_1^{\varepsilon_1} \; 2m_2^{\varepsilon_2} \; \dots \; 2m_n^{\varepsilon_n} \qquad (\varepsilon_i = \pm 1),$$

(¹) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 211 et 253.

et la période ainsi déterminée, à l'aide de S, sera dite la *période normale* de ω.

3. *Période minima.* — Comme c'est le cas pour les fractions continues ordinaires, la période normale n'est pas toujours la période minima.

1° Si a et c sont de même parité, la période normale est la période minima quand l'équation $t^2 - Du^2 = -1$ n'a pas de solutions entières; quand elle en a, la période normale est la période minima répétée deux fois.

2° Si a et c sont de parités contraires, la période normale est toujours la période minima.

Le nombre des ε_i égaux à $+1$ est toujours pair dans la période normale, toujours impair dans la période minima, quand celle-ci n'est pas la période normale.

4. *Périodicité simple.* — La condition nécessaire et suffisante pour que ω (positif) ait un développement *périodique simple* est que $\omega > 1$, $\omega'^2 < 1$. Pour étendre ce résultat au cas de ω négatif, il faut adopter, pour ω, un développement (1) où les $2a_i$ soient tous négatifs : ce serait celui de $|\omega|$ où l'on aurait changé les signes de tous les quotients incomplets, $2a_i$, sans toucher aux ε_i. Alors :

La condition nécessaire et suffisante pour que ω (de signe quelconque) ait son développement de Smith simplement périodique s'exprime par $|\omega| > 1$, $|\omega'| < 1$. Ou encore : *Les formes* (a, b, c) *dont une racine donne lieu à une fraction de Smith simplement périodique sont les réduites ou semi-réduites principales* (mod 2); *la racine en question est, en valeur absolue, la plus grande des deux racines.*

Rappelons que (a, b, c) est réduite principale si l'on a $a+c$ pair et $(a+c)^2 - 4b^2$ négatif; semi-réduite principale si $a+c$ impair et $(a+c)^2 - 4b^2 < 0$. Enfin, si les deux quantités $a(a \pm 2b + c)$ sont négatives, la forme (a, b, c) est réduite, ou semi-réduite, *secondaire*, selon que $a+c$ est pair ou impair.

5. *Propriétés du développement.* — Soit

$$(\mathrm{P}) \qquad 2a_1^{\varepsilon_1}\ 2a_2^{\varepsilon_2}\ \ldots\ 2a_n^{\varepsilon_n}$$

la période normale du développement de ω, racine positive de (a, b, c) :

1° Le nombre des réduites principales (si $a+c$ pair), ou celui des semi-

réduites principales (si $a+c$ impair), qui équivalent à (a, b, c) *dans* Γ [c'est-à-dire qui équivalent à (a, b, c) par une substitution où $\lambda+\rho$ et $\mu+\nu$ sont pairs] est le double du nombre, n, des termes de la période normale (P).

2° Le nombre total des réduites (ou semi-réduites) *principales* ET *secondaires*, qui équivalent à (a, b, c) *dans* Γ, est la somme $\Sigma(a_h+1)$ étendue aux quotients incomplets, $2a_h$, de (P); celui des réduites (ou semi-réduites) *secondaires* est $\Sigma(a_h-1)$.

3° Le nombre des réduites (ou semi-réduites) *principales* (α, β, γ) équivalentes à (a, b, c) dans Γ, pour lesquelles $\alpha\gamma<0$, est le double du nombre des ε_h égaux à $+1$ dans (P); celui des (α, β, γ) analogues, pour lesquelles $\alpha\gamma>0$, est le double du nombre des ε égaux à -1.

4° Le développement de $|\omega'|$, où ω' est la seconde racine de (a, b, c), a pour période normale (P) *retournée*, c'est-à-dire

$$2a_n^{\varepsilon_{n-1}}\ 2a_{n-1}^{\varepsilon_{n-2}}\ \ldots\ 2a_2^{\varepsilon_1}\ 2a_1^{\varepsilon_n}.$$

Il va sans dire que deux irrationnelles quadratiques, équivalentes dans Γ, donnent lieu à la même période normale, à une permutation circulaire près.

6. *Irrationnelles associées.* — Soit C une classe primitive de formes indéfinies de déterminant D : les formes de C se répartissent en *sous-classes*, C′, dont chacune renferme les formes de C qui s'équivalent *dans* Γ.

D'après les résultats de la Note II, le nombre des C′ se détermine ainsi :

1° Si C est une classe proprement primitive, il y a *deux* ou *trois* sous-classes C′, selon que u_0 est *impair* ou *pair*, dans la solution positive minimum (t_0, u_0) de $t^2-Du^2=1$;

2° Si C est une classe improprement primitive, il y a *une* ou *trois* sous-classes C′, selon que u_1 est *impair* ou *pair*, dans la solution positive minimum (t_1, u_1) de $t^2-Du^2=4$.

Choisissons maintenant, dans C, une forme (a, b, c) quelconque, ayant une racine positive, ω; elle appartiendra à l'une des sous-classes C′; dans chacune des autres sous-classes, choisissons de même arbitrairement une forme, dont la racine modulairement équivalente à ω soit positive. Nous avons ainsi des irrationnelles quadratiques ω, ω′, ..., en nombre égal à *trois*, *deux* ou *un*, modulairement équivalentes, et nous dirons que ω′, ...

sont *associées* à ω, ou que $\omega, \omega', \ldots$ forment un groupe de nombres (quadratiques) associés.

A ces nombres répondent respectivement, dans leur développement de Smith, des périodes normales : celles-ci demeurent les mêmes, à une permutation circulaire près, quand on choisit différemment les formes de racines $\omega, \omega', \ldots$ dans les mêmes sous-classes.

7. *Formules fondamentales.* — Représentons ces périodes normales par

$$\text{(T)} \qquad \left\{ \begin{array}{llll} 2a_1^{\varepsilon_1} & 2a_2^{\varepsilon_2} & \ldots & 2a_n^{\varepsilon_n} \\ 2a_1'^{\varepsilon_1'} & 2a_2'^{\varepsilon_2'} & \ldots & 2a_{n'}'^{\varepsilon_{n'}'} \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots \end{array} \right. \quad (a_i, a_i', \ldots > 0; \;\; \varepsilon_i, \varepsilon_i', \ldots = \pm 1).$$

ce Tableau ayant *trois*, *deux* ou *une* lignes (n° 6).

Désignons par $N(+)$ et $N(-)$ les *nombres totaux* des $\varepsilon_i, \varepsilon_i', \ldots$ du Tableau (T) qui sont respectivement $+1$ et -1; par R_0 les réduites ou semi-réduites principales (α, β, γ) des sous-classes C', pour lesquelles $\alpha(\alpha + 2\beta + \gamma) < 0$ et $\alpha\gamma > 0$; par R_1 celles analogues avec $\alpha\gamma < 0$. Il résulte aisément du n° 5 (3°), que les nombres totaux des R_0 et des R_1 sont respectivement $N(-)$ et $N(+)$.

Si maintenant on effectue sur une R_0 la substitution modulaire qui transforme les points $0, 1, \infty$ de Ox en $1, \infty, 0$ respectivement, cette R_0 devient, soit une R_1, soit une réduite ou semi-réduite secondaire appartenant à une des sous-classes C', ; et réciproquement. On en conclut que le nombre, $N(-)$, des R_0 est égal à celui, $N(+)$, des R_1, augmenté du nombre, $\Sigma(a_i - 1)$, des réduites secondaires considérées (n° 5, 2°). La somme Σ porte ici sur *l'ensemble* des termes $2a_i, 2a_i', \ldots$ du Tableau (T). On a donc la formule fondamentale

$$\Sigma(a_i - 1) = N(-) - N(+),$$

qui, combinée avec la relation évidente $\Sigma_1 = N(-) + N(+)$, donne les deux relations

$$(2) \qquad \Sigma a_i = 2N(-),$$

$$(3) \qquad \Sigma(a_i - 2) = -2N(+).$$

Le nombre $N(+)$ est, par sa relation avec les R_1, égal à celui des *réduites de Gauss* pour la classe C; il n'est donc jamais nul; il est même pair, puisque, dans toute période normale, le nombre des ε égaux à $+1$ est pair (n° 3).

La formule (2) donne un résultat intéressant, d'énoncé facile; la formule (3) fournit la solution de la question posée au début de cette Note.

Elle montre, en effet, que $\Sigma(a_i - 2)$ est NÉGATIF, et même supérieur à 4 en valeur absolue; donc, les quotients incomplets $2a_i$, $2a'_i$, ... de (T) ne peuvent être tous supérieurs à 2; il y en a *au moins* $2N(+)$, donc sûrement *quatre*, égaux à 2.

Ainsi, quand on développe en fraction de Smith une irrationnelle quadratique quelconque, ω, et ses associées (celles-ci étant en nombre *deux*, *un* ou *zéro*), dans l'ensemble des périodes normales obtenues il y a nécessairement des quotients incomplets, $2a_i$, égaux à 2.

8. *Corollaire.* — Si (a, b, c) est improprement primitive et si u_1 est impair dans la solution positive minimum (t_1, u_1) de $t^2 - Du^2 = 4$, ω n'a pas d'associée (n° 6), et son développement contient dès lors *quatre* quotients incomplets 2, *au moins*.

Par exemple, soit $(a, b, c) = 2x^2 - 6xy - 6y^2$; $D = 21$; $u_1 = 1$; ω, qui est $\frac{1}{2}(3 + \sqrt{21})$, n'a donc pas d'associée. Sa période normale est

$$4^- 4^+ 2^- 2^- 2^- 2^+,$$

et elle contient *quatre* 2. D'ailleurs

$$N(+) = 2; \qquad N(-) = 4; \qquad \Sigma a_i = 8; \qquad \Sigma(a_i - 2) = -4,$$

ce qui vérifie (2) et (3).

Je réserve d'autres exemples pour la prochaine Note.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Expériences de M. Carrière sur le mouvement aérien de balles sphériques légères, tournant autour d'un axe perpendiculaire au plan de la trajectoire.* Note de M. **Paul Appell.**

M. Z. Carrière a étudié expérimentalement les trajectoires aériennes de balles sphériques homogènes légères, tournant autour d'un axe perpendiculaire au plan de la trajectoire du centre; il a trouvé des formes de trajectoires qui varient très notablement avec la grandeur et le sens de la rotation (*Journal de Physique*, t. 5, mai-juin 1916, p. 175).

Lorsque la rotation ω est nulle, on admet ordinairement que la résistance de l'air se traduit par une force R, fonction croissante de la vitesse V du centre, appliquée en ce point et dirigée en sens contraire de V. Dans ce cas, le calcul semble en accord avec l'expérience de M. Carrière.

Lorsque ω est différente de zéro, la raison des changements observés

doit être cherchée surtout dans le frottement de l'air sur la surface de la balle. D'après des expériences de Zahm (Atmospheric friction with special references to Aeronautics, Université catholique d'Amérique) citées par M. G. Eiffel dans son Ouvrage sur la *Résistance de l'air* (Dunod et Pinat, 1910, p. 105), la loi de ces frottements élémentaires est loin d'être simple et il paraît bien difficile d'en tirer des conséquences rigoureuses dans la question actuelle.

Je pense qu'on pourrait arriver à expliquer les formes de trajectoires trouvées par M. Carrière, en admettant, pour représenter l'effet global de la résistance et du frottement de l'air, l'hypothèse suivante.

Le mouvement du centre de gravité est le même que si ce point était sollicité par le poids et par une force R, croissant avec la vitesse V de ce point, faisant avec le vecteur opposé à V un angle aigu α, positif ou négatif suivant le sens de la rotation ω, nul avec ω, et variant avec ω. Cette hypothèse revient à dire que tout se passe comme si, la résistance R étant opposée à V quand $\omega = 0$, la rotation ω faisait tourner le vecteur R, en sens contraire de ω, d'un angle aigu α fonction de ω. Sur une petite étendue de trajectoire, ω restant sensiblement constant, l'angle α le serait aussi.

Je compte développer, dans un autre Recueil, les conséquences de cette hypothèse. Si l'on admet que R croît proportionnellement à V, α étant constant, les équations du mouvement prennent une forme linéaire facile à intégrer. En supposant la loi de R quelconque, les formes rectilignes de trajectoires trouvées dans certains cas par M. Carrière s'expliquent aisément : les conditions dans lesquelles elles se produisent permettent de déterminer α.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de M. *Julius Wiesner*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 39,

M. Farlow obtient	. . . .	38 suffrages
M. Scott »	. . . .	1 suffrage

M. **Farlow**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

Stanislas Meunier. *Histoire géologique de la mer.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries des polynomes de Legendre.* Note [1] de M. W.-H. Young.

1. Dans la recherche de conditions *suffisantes* pour la convergence de

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n \mathrm{P}_n(\cos\theta), \tag{1}$$

où, la série étant une série de Legendre,

$$a_n = \left(n + \frac{1}{2}\right) \int_0^{\pi} f(\cos\theta)\, \mathrm{P}_n(\cos\theta) \sin\theta\, d\theta, \tag{2}$$

on n'a pas, jusqu'à présent, tenu compte de la condition *nécessaire* que le terme général de la série tende vers zéro, ou, dans le cas de la série (1), que

$$\lim_{n=\infty} \frac{a_n}{\sqrt{n}} = 0. \tag{3}$$

Dans une Note récente, j'ai montré la simplification qui provient de l'introduction de cette condition nécessaire parmi les conditions suffisantes; il s'agissait d'une série trigonométrique qui, intégrée terme à terme, converge vers une intégrale dans un intervalle (α, β). J'ai nommé une telle série une *série R. F.* Dans la présente Note, j'emploie la théorie des séries R. F. pour démontrer le théorème suivant :

Théorème. — *La série de Legendre de* $f(\cos\theta)$, *si elle vérifie la condition* (3), *se comporte en un point intérieur* (*au sens étroit*) *de l'intervalle* $(0 < x < \pi)$, *comme la série de Fourier de* $f(\cos\theta)$.

---

[1] Séance du 29 octobre 1917.

2. Heine a donné l'expression asymptotique suivante :

$$P_n(\cos\theta) = Q_n(\theta) + O\,n^{-\frac{7}{2}}, \tag{4}$$

où

$$Q_n = \sqrt{\frac{2}{n\pi\sin\theta}}\left[\left(1 - \frac{1}{4n} + \frac{A}{n^2}\right)\cos\omega_n + \left(\frac{1}{8n} + \frac{B}{n^2}\right)\cot\theta\sin\omega_n\right] \tag{5}$$
$$+ C\,n^{-\frac{5}{2}}\sqrt{\operatorname{cos\acute{e}c}^5\theta}\,\cos\omega_n;$$

A, B et C étant des constantes, indépendantes de n, et

$$\omega_n = \left(n + \frac{1}{2}\right)\theta - \frac{\pi}{4}.$$

Posons $\theta = 2z$; nous obtenons, après un calcul facile,

$$\sqrt{\sin^3 2z}\sum_{n=1}^{\infty} a_n Q_n = \sum_{n=1}^{\infty}\{A_n\cos nz + B_n\sin nz\} + C\operatorname{cos\acute{e}c}2z\sum_{n=1}^{\infty} a_n n^{-\frac{5}{2}}\cos\omega_n, \tag{6}$$

où, en raison de (3),

$$\lim_{n=\infty} A_n = \lim_{n=\infty} B_n = 0. \tag{7}$$

3. Nous allons montrer que la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} V_n = \sum_{n=1}^{\infty}\{A_n\cos nz + B_n\sin nz\} \tag{8}$$

est une série R. F. dans l'intervalle $\left(0 < z < \frac{\pi}{2}\right)$.

La série intégrée de la série (1) converge uniformément vers $\int f\cos\theta\,d\theta$ dans tout intervalle $(2\alpha, 2\beta)$ où $0 < 2\alpha < \theta < 2\beta < \pi$. Ainsi, si nous désignons par $\varphi_1(2z)$ et $\varphi_2(2z)$ les fonctions continues,

$$\varphi_1 = \sum_{n=1}^{\infty} a_n(P_n - Q_n), \tag{9}$$

$$\varphi_2 = \sum_{n=1}^{\infty} a_n n^{-\frac{5}{2}}\cos\omega_n, \tag{10}$$

nous obtiendrons dans tout intervalle (α, β), où $0 < \alpha < z < \beta < \frac{\pi}{2}$,

$$\sum_{n=1}^{\infty}\int V_n\,dz = \int\left\{\sqrt{\sin^3 2z}\,[f(\cos 2z) - \varphi_1(2z)] - C\operatorname{cos\acute{e}c}2z\,\varphi_2(2z)\right\}dz.$$

La série (8) est donc la série R.F. dans l'intervalle $\left(0 < z < \frac{\pi}{2}\right)$ de la fonction qui se trouve sous le signe $\int$ dans le second membre de (11).

4. La théorie des séries R.F. nous apprend que la série (8) se comporte, en chaque point z où $\alpha \leqq z \leqq \beta$, exactement comme la série de Fourier de la fonction associée. Elle converge donc en tout point z pour lequel les séries de Fourier des fonctions suivantes sont convergentes :

$$\sqrt{\sin^3 2z}\, f(\cos 2z), \quad \sqrt{\sin^3 2z}\, \varphi_1(2z), \quad \text{coséc}\, 2z\, \varphi_2(2z);$$

cette convergence aura lieu quand les séries de Fourier des fonctions suivantes sont convergentes :

$$f(\cos 2z), \quad \varphi_1(2z) \quad \text{et} \quad \varphi_2(2z).$$

5. Mais les deux dernières séries convergent uniformément, φ_1 et φ_2 étant des intégrales. Pour démontrer ceci, calculons, en utilisant (4) et (5),

$$\frac{d}{d\theta}\{P_n(\cos\theta) - Q_n(\theta)\} = n\, \text{coséc}\,\theta\{\cos\theta\, P_n - P_{n-1}\} - \frac{dQ_n}{d\theta} = O\, n^{-\frac{5}{2}}.$$

Par suite, et en raison de (3), la série dérivée de (9) converge uniformément. La somme φ_1 de la série (9) est donc une intégrale. D'autre part, φ_2 est aussi une intégrale, car (10) est obtenue en intégrant terme à terme la série de Fourier d'une fonction de carré sommable.

6. Nous avons donc démontré que la série R.F. (8) se comporte en chaque point de (α, β) comme la série de Fourier de $f(\cos 2z)$. Mais, notre série de Legendre (1) est la somme de la série R.F. et d'une série uniformément convergente. Le théorème du paragraphe 1 est donc démontré. De plus, même si la condition (3) n'était pas vérifiée, la convergence de la série de Legendre par les moyennes de Cesàro résulte immédiatement de celle de la série de Fourier.

7. Faisons les remarques suivantes :

Tout d'abord, il ne serait pas nécessaire de supposer connue la propriété des séries intégrées des séries de Legendre, qui vérifient (3), d'après laquelle ces séries convergent vers une intégrale. Il suffirait de recourir à la seconde série intégrée, qui converge uniformément vers $\int d\theta \int f(\cos\theta)\, d\theta$

en raison de (2) et de (3). Cette propriété apparaît alors comme corollaire.

D'autre part, l'expression (2) n'entre dans notre raisonnement que dans l'établissement de cette dernière propriété. Par suite le théorème du paragraphe I reste vrai pour toute série de la forme (1) qui vérifie (3), sans nécessairement vérifier (2), pourvu que la série intégrée converge vers une intégrale dans l'intervalle considéré.

Finalement il importe de remarquer que notre raisonnement s'applique, *mutatis mutandis*, à un grand nombre de séries d'autres fonctions.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Réduction de l'équation des jacobiens critiques.* Note de M. **Pierre Humbert**, présentée par M. Appell.

Les axes de l'ellipsoïde de référence étant a^2, b^2, o, considérons l'équation des jacobiens critiques telle que l'a donnée Poincaré,

$$\mathcal{E}(\rho) = \frac{R_1 S_1}{3} - \frac{RS}{2n+1} = 0,$$

pour une figure d'équilibre d'ordre pair, où

$$R = (\rho^2 - \alpha_1)(\rho^2 - \alpha_2)\ldots.$$

Prenant pour variable $\rho^2 = r$, nous poserons

$$F(r) = \sqrt{r(r-b^2)(r-a^2)}.$$

et nous désignerons par M la quantité $\frac{R_1 S_1}{3}$, c'est-à-dire l'une ou l'autre des expressions

$$\frac{r}{2}\int_r^\infty \frac{dt}{t\,F(t)} \quad \text{et} \quad \frac{(r-a^2)(r-b^2)}{2}\int_r^\infty \frac{dt}{(t-a^2)(t-b^2)\,F(t)},$$

qui sont égales par suite de la première équation de Poincaré,

$$\frac{R_1 S_1}{3} = \frac{R_2 S_2}{5}.$$

Nous supposerons M déjà calculé en fonction de r, et nous chercherons à réduire $\mathcal{E}(\rho)$ à une forme simple.

Désignons par A et B les polynomes de degrés respectivement inférieurs à ceux de R' et de R, tels que

$$AR + BR' \equiv 1;$$

et rappelons les équations de condition qui existent entre a^2, b^2 et les α_i

$$\frac{1}{\alpha_i}+\frac{1}{\alpha_i-b^2}+\frac{1}{\alpha_i-a^2}=-2\frac{R''(\alpha_i)}{R'(\alpha_i)}$$

ou

$$(1)\qquad \frac{F'(\alpha_i)}{F(\alpha_i)}=-\frac{R''(\alpha_i)}{R'(\alpha_i)}.$$

De ces équations on peut aisément tirer la formule suivante ([1]) :

$$(2)\qquad \frac{B(0)}{R(0)}+\frac{B(b^2)}{R(b^2)}+\frac{B(a^2)}{R(a^2)}=0.$$

Ceci posé, nous écrirons

$$\frac{RS}{2n+1}=\frac{R^2}{2}\int_r^\infty\frac{dt}{R^2(t)F(t)}=\frac{R^2}{2}\int_r^\infty\frac{AR+BR'}{R^2}\,\frac{dt}{F}$$

ou, après une intégration par parties,

$$(3)\qquad \frac{RS}{2n+1}=\frac{BR}{2F}+\frac{R^2}{2}\int_r^\infty\frac{dt}{F}\left(\frac{A+B'}{R}-\frac{BF'}{RF}\right).$$

La décomposition en éléments simples nous donnera

$$\frac{A+B'}{R}=-\frac{A'}{R'}-\frac{BR''}{RR'}=-\sum_{i=1}^{i=n}\frac{R''(\alpha_i)B(\alpha_i)}{R'^2(\alpha_i)(r-\alpha_i)}.$$

D'après (1), cette dernière somme est égale à

$$\sum_{i=1}^{i=n}\frac{B(\alpha_i)F'(\alpha_i)}{R'(\alpha_i)F(\alpha_i)(r-\alpha_i)},$$

égale elle-même à

$$\frac{B(r)F'(r)}{R(r)F(r)}-\frac{1}{2}\left[\frac{1}{r}\frac{B(0)}{R(0)}+\frac{1}{r-b^2}\frac{B(b^2)}{R(b^2)}+\frac{1}{r-a^2}\frac{B(a^2)}{R(a^2)}\right],$$

comme on le voit en décomposant en éléments simples la fraction *rationnelle*

$$\frac{2B(r)F(r)F'(r)}{R(r)F^2(r)}.$$

([1]) Voir, pour la démonstration, la Note : *Simplification d'une formule de M. Liapounov* (*Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 41).

En portant ces expressions dans (3) et tenant compte de (2), il viendra

$$\frac{RS}{2n+1} = \frac{RB}{2F} - \frac{R^2}{2}\int_r^\infty \frac{dt}{F}\left\{-\frac{1}{2}\frac{F'}{F}\frac{B(o)}{R(o)} + \frac{3}{4t}\frac{B(o)}{R(o)} + \frac{1}{4}\frac{a^2-b^2}{(t-a^2)(t-b^2)}\left[\frac{B(a^2)}{R(a^2)} - \frac{B(b^2)}{R(b^2)}\right]\right\}$$

et, par conséquent,

$$\frac{RS}{2n+1} = \frac{RB}{2F} + \frac{R^2}{4F}\frac{B(o)}{R(o)} + \frac{R^2}{4}M\left\{\frac{3}{2t}\frac{B(o)}{R(o)} + \frac{1}{2}\frac{a^2-b^2}{(t-a^2)(t-b^2)}\left[\frac{B(a^2)}{R(a^2)} - \frac{B(b^2)}{R(b^2)}\right]\right\}.$$

En remontant par un calcul inverse, on voit que l'expression qui multiplie $\frac{R^2}{4}M$ est égale à

$$\frac{F'}{F}\frac{B(o)}{R(o)} + 2\frac{BF'}{RF} - 2\frac{A+B'}{R}.$$

Portant enfin dans $\mathcal{E}$, et posant

$$\frac{1}{2}\frac{B(o)}{R(o)} + \frac{B(r)}{R(r)} = F(r)P(r),$$

nous obtenons, après réduction,

$$\mathcal{E}(r) = -\frac{R^2(r)}{2}[2MFP' - P].$$

C'est l'expression que nous nous proposions d'obtenir. Elle est beaucoup plus simple que celle qu'a donnée M. Liapounov, où figurent des fonctions symétriques des racines du polynome R, d'un calcul long et ardu. Celle-ci pourra se calculer sans que l'on connaisse les racines de R.

RADIOLOGIE. — *Nouvel appareil fluorométrique pour le dosage des rayons X.* Note de M. H. GUILLEMINOT, transmise par M. Villard.

Le dosage de l'efficacité d'un rayonnement X sur les différents tissus de l'organisme implique seulement deux mesures, comme je l'ai indiqué antérieurement [1] :

1° La mesure de l'intensité du rayonnement incident;

2° La détermination de sa qualité.

En effet, connaissant ces deux mesures, on a tous les éléments nécessaires

---

[1] *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 462.

pour connaître la répartition au moins approximative des doses efficaces dans les tissus.

Or si la détermination de la qualité est des plus faciles à l'aide du radiochromomètre de Benoist ou de ses dérivés, celle de la quantité est beaucoup plus difficile.

Le médecin qui dose, avec les procédés couramment employés et à l'aide de l'unité H, l'énergie radiante qu'il croit distribuer aux tissus pathologiques, commet habituellement de très grosses erreurs d'appréciation en plus ou en moins, d'où les accidents et les échecs.

L'une des principales causes de ces erreurs est que la radiothérapie profonde exige des rayons très pénétrants et très filtrés, et que ces rayonnements n'agissent pas assez sur les réactifs chimiques pour permettre la précision des doses.

La méthode fluoroscopique ne présente pas cet inconvénient.

J'ai décrit antérieurement [1] un fluoromètre à étalon de radium. Il a l'inconvénient de nécessiter un étalon d'un prix élevé. J'ai cherché à substituer un étalon lumineux au radium, et à éviter les inconvénients des premiers essais qui avaient été faits il y a longtemps dans cette voie par Contremoulins et que j'avais tentés moi-même sans arriver à une précision suffisante.

C'est cet appareil nouveau que je présente aujourd'hui.

On regarde au moyen d'une lunette monoculaire ou binoculaire une lunule de verre dépoli ou d'opaline divisée en deux moitiés.

Une moitié est éclairée en arrière par la luminescence d'un petit écran de platinocyanure de baryum irradié par le rayonnement X étudié; l'autre moitié est éclairée par une lampe électrique étalon fonctionnant sous un voltage rigoureusement déterminé et dont le rayonnement traverse des écrans de verre bleu, jaune et vert appropriés de manière à obtenir une teinte exactement semblable à celle de la fluorescence du platino-cyanure. Entre ces écrans et la lunule se trouve placé un diaphragme réglable accolé à un verre dépoli qui permet de modifier l'intensité de l'éclairement dans un rapport qui varie de 1 à 12 environ.

Les deux principaux inconvénients des appareils fluorométriques sont les suivants :

1° L'écran de platino-cyanure de baryum risque de brunir si on l'expose trop longtemps au rayonnement. Cet inconvénient n'est pas négligeable

---

[1] *Radiométrie fluoroscopique*. 1910. Steinheil, éditeur.

dans le fluoromètre à radium, car il se peut qu'on oublie de rejeter l'étalon de radium après son emploi. Il est presque réduit à néant ici, la mesure se faisant en quelques secondes à 50^{cm} du foyer anticathodique.

Pratiquement, la constance de l'écran est suffisante pour donner toutes garanties aux mesures pendant un temps prolongé.

2° L'étalon lumineux peut se modifier avec l'usage. J'ai évité cet inconvénient en permettant une vérification périodique avec un second étalon lumineux dont l'emploi rare assure la constance relative. Ce deuxième étalon est placé, avec ses verres de couleur appropriés et ses verres dépolis, dans un tube de cuivre qui vient s'adapter à l'extrémité de la lunette de visée des rayons X.

Une clef permet de relever l'écran de platino-cyanure pour rendre le champ libre.

Dans ces conditions, le voltage des deux lampes étant amené au chiffre indiqué, l'égalité des plages doit être obtenue pour une ouverture déterminée du diaphragme. Si elle ne l'était pas, on modifierait l'étalon courant en élargissant ou en rétrécissant un diaphragme fixe adhérant au premier verre dépoli.

Le constructeur peut lui-même annuellement vérifier le deuxième étalon à l'aide d'un fluoromètre au radium.

Appareillage accessoire. — A. L'appareil peut servir de qualitomètre grâce à un filtre d'aluminium qu'on peut, à l'aide d'une clef, abaisser devant l'écran de platino-cyanure.

B. Une règle à calculs de quantité permet de connaître l'intensité du rayonnement à toutes distances auxquelles on traite les malades.

C. Une règle à calculs de qualité indique, en fonction de l'intensité avant et après le filtre, la force de pénétration du rayonnement par l'expression de la fraction transmise.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mode de décomposition pyrogénée du méthanol à haute température.* Note de Mlle **Églantine Peytral**, présentée par M. A. Haller.

Quand un composé gazeux est porté brusquement à une température élevée, il se produit généralement une série de réactions rapides dont la nature peut parfois être déterminée, en joignant à la connaissance de la

masse des corps qui ont pris naissance, celle des coefficients de réaction, après refroidissement du système au bout d'un temps très court.

Ainsi le méthanol se décompose à température élevée et dans un temps très court, en donnant de l'hydrogène, du méthanal et de l'oxyde de carbone; or ces corps peuvent se produire soit conformément aux deux réactions *simultanées*

(1) $$CH^3OH = HCHO + H^2,$$
(2) $$CH^3OH = CO + 2H^2;$$

soit par suite des réactions successives

(1) $$CH^3OH = HCHO + H^2,$$
(3) $$HCHO = CO + H^2.$$

Dans le premier cas, le rapport des masses d'oxyde de carbone et d'aldéhyde formées est *indépendant de la durée des réactions*, alors que, pour des réactions successives, ce rapport varie avec cette durée et lui est sensiblement proportionnel, quand elle est petite. Soit, en effet, x la masse moléculaire d'aldéhyde formée, au bout d'un temps très court Δt, et z la fraction de x d'aldéhyde décomposée pendant ce temps suivant la réaction (3). La masse d'aldéhyde libre entre les époques zéro et Δt étant sensiblement égale à $\frac{x}{2}$, on a, en désignant par c la constante de la vitesse de la réaction (3),

$$z = c\frac{x}{2}\Delta t,$$

d'où

$$\frac{z}{x} = \frac{c}{2}\Delta t.$$

Or, en faisant passer, pendant un temps déterminé, un courant rapide et constant de vapeurs d'alcool méthylique dans un tube en platine, de 2^{mm} de diamètre intérieur, chauffé, sur une longueur de 11^{cm}, vers 1150°, à l'aide d'un bec Bunsen à flamme étalée, on a obtenu les résultats consignés sur le Tableau suivant. Sur ce Tableau, ρ_1 désigne le rapport de la masse moléculaire d'oxyde de carbone à celle de l'aldéhyde trouvée dans les produits des réactions, et ρ_2, le rapport $\frac{z}{x}$ d'aldéhyde décomposée suivant l'équation (3) à celle de l'aldéhyde formée suivant la réaction (1); enfin, n est le nombre moyen de molécules-milligrammes de gaz qui ont passé dans le tube, par seconde.

	Expériences.					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
ρ_1	16,75	2,75	2,35	2,92	0,87	0,99
ρ_2	0,94	0,73	0,70	0,74	0,47	0,50
n	0,66	0,86	0,93	0,93	1,23	1,19
$n\rho_2$	0,62	0,63	0,65	0,69	0,58	0,60

Toutes choses égales, la durée moyenne des réactions est inversement proportionnelle à n; il en résulte que le produit $n\rho_2$ doit être constant, d'après ce qu'on a vu plus haut, si les réactions qui se produisent sont les réactions (1) et (3) : l'expérience montre qu'il en est ainsi. Au contraire, les différentes valeurs de ρ_1 ne sont nullement constantes.

Dans la décomposition rapide du méthanol, dont il vient d'être question, la molécule de cet alcool se déforme donc le moins possible, en donnant un corps qui est encore un composé ternaire; le méthanal et de l'hydrogène.

Je poursuis l'étude de ces décompositions pyrogénées.

GÉOLOGIE. — *Le Djebel Tekzim* (*Djebilet, Maroc occidental*). Note (¹) de M. **P. Russo**, transmise par M. Ch. Depéret.

La chaîne des Djebilet forme au Maroc central une bande montagneuse orientée E-W. Le massif principal de cet ensemble est le Djebel Tekzim (1057^m) dont j'ai pu étudier la plus grande partie.

Le Tekzim est une arête orientée, comme la plupart de celles qui forment les Djebilet, NNE-SSW obliquement par rapport à l'axe général de la chaîne, et constituée par un anticlinal couché disparaissant au Sud sous des dépôts récents, coupé au contraire vers le Nord et surplombant la plaine dite *El Bahira*, dans la région d'Anakyr. La voûte de ce pli, inclinée vers l'Ouest, a été partiellement érodée, mais montre fort bien le noyau central. L'anticlinal est bordé vers l'Est par un synclinal qui, dans la partie nord-orientale de la montagne, s'élève jusqu'au sommet, donnant lieu à un phénomène d'inversion du relief.

Les terrains qui constituent le Tekzim sont de deux sortes : à la base, des schistes plus ou moins gréseux, bruns, gris ou noir rougeâtres; au sommet des calcaires successivement gris noirs et blancs.

(¹) Séance du 12 novembre 1917.

J'ai distingué dans cet ensemble 14 couches, dont quelques-unes seulement sont fossilifères.

La série schisteuse inférieure pourrait être silurienne, mais à partir des schistes gréseux n° 5, les fossiles indiquent nettement l'étage coblencien qui comprend aussi la majeure partie des calcaires, sauf probablement les calcaires clairs n° 14 qui font sans doute déjà partie de la série mésodévonienne.

L'ensemble des couches, mesuré dans la région nord-est, où elles sont à peu près horizontales, offre une puissance totale d'environ 500^{m}.

J'ai relevé de bas en haut la série détaillée suivante :

1. Schistes noirs.
2. Schistes et calcaires noirs.
3. Schistes gris.
4. Schistes micacés verts et rouges.
5. Schistes rougeâtres gréseux.
6. Schistes bruns gréseux.
7. Schistes micacés gréseux : *Spirifer Esquerræ* De Vern.
8. Calcaires gréseux rouge tendre : *Orthis Beaumonti* De Vern.; *Spirifer* n. sp., court, à 4 plis sur le bourrelet et sur le sinus, identique à une espèce non décrite de Ferrones (collection École des Mines et Université de Lyon).
9. Calcaires noirs.
10. Grès rouges.
11. Calcaires gris et noirs.
12. Calcaires marmoréens gris, rouges et roses.
13. Calcaires durs chamois clair : *Orthis Beaumonti* De Vern.; *Spirifer* sp. peut être du groupe *Pellicoi* De Vern.; *Posidonomya Pargai* De Vern.
14. Calcaires gris clair marmoréens : Tiges d'encrines indéterminables.

Il paraît intéressant de noter ce fait qu'au Tekzim, comme dans la Montagne Noire, au pic de Bissous, les calcaires inférieurs sont de couleur sombre, ceux du sommet étant au contraire de couleur claire ou à peu près blanche.

On remarquera l'analogie des fossiles de ces terrains avec celles des terrains de même âge des Asturies, ce qui n'a rien d'étonnant étant donné que les deux régions appartiennent à la même grande province zoologique.

D'après les fossiles indiqués ci-dessus, suivant les déterminations de M. Ch. Depéret, il semble que nous ayons affaire à une série de niveaux paléontologiquement peu différents, appartenant tous au Coblencien.

En effet le *Spirifer Esquerræ* provient du Dévonien inférieur des Asturies (Sabero, Ferrones) de même que l'*Orthis Beaumonti*. La première espèce se rencontre aussi au col d'Aubisque dans les Pyrénées et à Néhou dans la Manche, la seconde dans le Coblencien de la Mayenne. On peut donc

constater une grande affinité entre le massif du Tekzim et ces diverses régions. Je rappellerai que M. L. Gentil a signalé vers le fort du 8 mars (région nord-ouest de Ben Ahmed, Maroc central) une faune coblencienne qui paraît très rapprochée de celle du Tekzim.

J'ai moi-même trouvé dans le Djebel Krarro, à mi-distance entre le Tekzim et le gisement de M. Gentil, et également à 6^{km} à l'ouest de Ben Ahmed, des calcaires rouges à tiges de crinoïdes écrasées et de gros *Orthoceras* restés indéterminés. Il est donc permis de voir là une longue bande de 80^{km} de Dévonien inférieur parallèle à la côte actuelle de l'Atlantique.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un nouveau procédé de reproduction des cloisons d'Ammonoïdés.* Note posthume de Mlle **S. Coëmme**, présentée par M. Émile Haug.

J'ai décrit, il y a un an, un procédé de reproduction des cloisons d'Ammonoïdés consistant à prendre une empreinte galvanoplastique, qui, redressée sur un plan, peut être tirée à la presse comme une épreuve de gravure [1]. Les paléontologistes se sont servis parfois de moulages métalliques de fossiles, notamment pour obtenir des contre-empreintes de moulages; mais l'on n'avait jamais, à ma connaissance, essayé d'imprimer sur papier la trace laissée sur une pellicule galvanoplastique par la ligne de suture des cloisons d'une Ammonite. J'ai fait ressortir tout le parti qu'on pouvait tirer de ce procédé et la possibilité de l'étendre à d'autres empreintes organiques fossiles présentant un faible relief, comme les empreintes de feuilles.

J'ai essayé depuis, au cours de ce genre de recherches, d'employer, au lieu de la galvanoplastie, le collodion que Nathorst avait préconisé pour les plantes fossiles, sinon pour les cloisons de Céphalopodes. Son procédé, qui consistait à photographier la pellicule à l'aide d'un éclairage oblique, devait donner des déformations, puisque la plaque photographique reproduit les ombres du relief et non le relief lui-même.

J'ai pensé qu'un meilleur parti pouvait être tiré de ce mode d'empreintes en plombaginant préalablement la cloison avec soin.

Voici comment j'opère : J'étends une couche de collodion d'épaisseur

---

(1) *Sur un nouveau procédé de reproduction des cloisons d'Ammonoïdés* (*Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 769).

moyenne sur la surface d'une cloison que j'ai d'abord plombaginée. Après dessiccation, la pellicule soulevée montre, en noir, la trace de la cloison dessinée par la poudre de graphite enlevée à la fine rainure dans laquelle elle s'était logée. Placée entre deux lames de verre, cette pellicule peut aisément être photographiée par transparence ou bien par réflexion en la posant sur un papier blanc devant l'objectif.

Ce procédé, très simple, beaucoup plus pratique que celui que j'ai précédemment décrit en utilisant le concours de la galvanoplastie, a l'avantage d'être rapide et très peu coûteux. Il est susceptible de donner de très délicates reproductions, lorsque la cloison de l'Ammonite est finement gravée à la surface du fossile.

PALÉONTOLOGIE. — *Application des empreintes au collodion à la reproduction des cloisons des Ammonoïdés.* Note de M. **Constant Nicolesco**, présentée par M. Émile Haug.

L'étude des Ammonoïdés nécessite la reproduction rigoureuse des plus infimes détails de la coquille de ces Céphalopodes. Aux dispositifs employés pour la figuration de leurs cloisons par le dessin direct ou à la chambre claire, dont les différents auteurs se sont contentés depuis d'Orbigny et Quenstedt, s'est ajouté, en 1893, le procédé R. Nicklès [1] par photographies successives et partielles et, en 1916, celui des empreintes galvanoplastiques. Plus récemment, Mlle Coëmme, l'auteur de ce dernier procédé, avait imaginé en outre [2], peu de temps avant sa mort, d'utiliser, sur les conseils de M. Haug, des empreintes au collodion. Elle s'est servi à cet effet d'un dispositif très ingénieux consistant dans le noircissement à la plombagine des creux cloisonnaires. L'application d'une couche de collodion sur la partie à reproduire permettait ensuite la fixation du tracé, la pellicule portant, une fois enlevée, l'empreinte en noir de la ligne de suture.

Le procédé des empreintes au collodion avait du reste été employé précédemment par divers auteurs à des objets bien différents : par J.-H. Berry dans des études d'histologie animale; par M.-A. Gaillard dans

[1] R. Nicklès, *Application de la photographie au dessin des cloisons des Ammonites* (*Bull. Assoc. amicale des Élèves de l'École des Mines*, Paris, 1893).

[2] Voir *la Note ci-dessus*.

l'examen des champignons épiphytes; par L. Buscalioni et G. Pollacci dans leurs recherches sur les plantes actuelles et sur l'épiderme humain; par L. Jost et A.-G. Nathorst dans l'étude des plantes fossiles.

Après de nombreux essais je me suis arrêté à une technique complètement différente de celle de mes prédécesseurs et voici le procédé de reproduction des cloisons que j'emploie actuellement.

J'ai préparé le collodion dont je me suis servi en dissolvant du pyroxylène (coton-poudre) ou du celluloïd (mélange complexe de fulmicoton et de camphre) dans un mélange à parties égales d'acétone et d'acétate d'amyle. Le liquide incolore, sirupeux, plus ou moins dilué qui en résulte, est alors associé à 10-15 pour 100 d'huile de ricin ou de glycérine. Le produit obtenu est étalé sur la surface à étudier; exposé à l'air, il se transforme en une membrane solide, adhérente, qui détachée donne une pellicule transparente, avec la solution ricinée, et laiteuse-opaque, avec la solution glycérinée, fine, souple, élastique reproduisant fidèlement les détails et portant en saillie ou en creux l'empreinte de la cloison. La prise de cette pellicule est lente, mais l'empreinte n'en est que plus parfaite. Par contre, le collodion officinal en solution alcool-éthérée, que j'avais d'abord employé et que j'ai dû abandonner, se prend rapidement et donne une pellicule moins fidèle, trouble et très riche en bulles. Le collodion est hygroscopique; hydraté il donne des pellicules opalescentes, ou même laiteuses-opaques lorsque la quantité d'eau absorbée est grande; aussi les pellicules transparentes ne sont obtenues qu'avec des solutions fraîchement préparées et sur des surfaces dépourvues de toute trace d'eau.

Supposons que la cloison à reproduire se présente en creux; elle est brossée, débarrassée minutieusement sur toute sa longueur des impuretés, témoins du test ou de la gangue. Si la cloison est fine et faiblement en creux, on la colore avec un mélange de noir de fumée dans de l'huile de lin, lorsque l'échantillon présente une couleur claire, avec du vermillon lorsqu'elle est foncée; ensuite, afin d'éviter tout étalement ultérieur, on la saupoudre d'un fixatif qu'on laisse sécher et l'on fait tomber quelques gouttes d'un collodion à 0,5-1 pour 100 limpide et sans bulles, gouttes qu'on promène en donnant à l'échantillon des inclinaisons variables, sur la surface cloisonnaire, qu'on recouvre largement du liquide, en ayant soin de le faire pénétrer dans les moindres sinuosités. Lorsque cette première couche est solidifiée, on applique successivement à l'aide d'un pinceau plusieurs autres couches d'un collodion à 10-12 pour 100, en opérant légèrement et avec rapidité pour ne pas occasionner la dissolution partielle ou totale de la couche précédente déjà solidifiée. Dans le cas où le creux cloisonnaire est profond, on ne le colore pas, la plus grande épaisseur de la pellicule communiquant au tracé de la cloison une teinte plus foncée qui permet la reproduction.

Le collodion fluide donne une meilleure empreinte, une pellicule très mince (quelques centièmes de millimètre) et sans bulles; pour cette raison on doit l'employer surtout dans le cas des empreintes de cloisons colorées, car avec les gouttes on ne peut limiter la quantité du liquide agglutinatif. Après quelques heures d'exposition à l'air, au bout desquelles le dissolvant est complètement évaporé, on délimite sur la membrane, à l'aide d'un scalpel, une surface englobant largement la cloison et l'on détache avec soin une pellicule uniforme, d'épaisseur variable suivant la taille de l'individu et les

caractéristiques de la cloison, à laquelle on donne une forme convenable, pour qu'elle puisse, sans déformation, être parfaitement étalée. Mise sous presse (10^{kg} environ) pendant quelques heures, puis montée entre lame et lamelle et lutée, elle constitue un négatif dont on peut se servir pour faire soit un cliché, soit une projection photographiques. Il est indispensable de l'agrandir suffisamment, d'employer le papier au ferro-prussiate, de dessiner minutieusement et uniformément le tracé cloisonnaire, afin que l'épreuve définitive, réduite par le photograveur, ne contienne que fortement réduites les rares erreurs qu'on a pu commettre.

Si l'échantillon est orné de tubercules on procède en deux temps : 1° on détache la pellicule en ayant soin de laisser les tubercules recouverts de leur membrane de collodion et on la reproduit; 2° on reporte sur la reproduction chacune des coiffes en collodion des tubercules, sur lesquels la cloison chevauche, à sa place respective et l'on photographie l'ensemble.

En résumé, le procédé des empreintes au collodion doit être préféré à tout autre, parce qu'il permet d'éviter le travail fastidieux et minutieux de la chambre claire; celui des photographies successives, trop coûteux et demandant une grande habileté photographique; celui plus fidèle, mais moins pratique, de la galvanoplastie, procédés sujets tous à des erreurs dues aux raccords des dessins ou des photographies, et parce qu'il s'applique à tous les échantillons sans qu'on doive tenir compte de la forme, de la dimension, de la composition lithologique, de l'ornementation, etc., de ce que la cloison est simple ou complexe, externe ou interne, en creux ou en saillie. Ce procédé se distingue en outre par la facilité et la rapidité du travail. Les dessins obtenus présentent une fidélité telle que deux empreintes d'une même cloison, faites dans les mêmes conditions, sont rigoureusement semblables. Les pellicules une fois préparées peuvent être manipulées sans difficulté, conservées et communiquées.

ANTHROPOLOGIE. — *Rochers à cavités cupuliformes et pédiformes en Macédoine grecque.* Note de M. **Étienne Patte**, présentée par M. Émile Haug.

Dans le massif montagneux des Krusa-Balkans (Grèce), situé à 60^{km} au nord de Salonique, on rencontre en grande quantité des roches gneissiques, des micaschistes et des talcschistes, qui semblent par places passer aux schistes argileux à allure sédimentaire [1]. Ces micaschistes opposent aux agents destructeurs des résistances très différentes, certains donnant très facilement une poussière impalpable. Il se forme ainsi, principalement sur

(1) Rien ne permet d'affirmer l'âge archéen des terrains cristallophylliens des Balkans (Haug, *Traité de Géologie*).

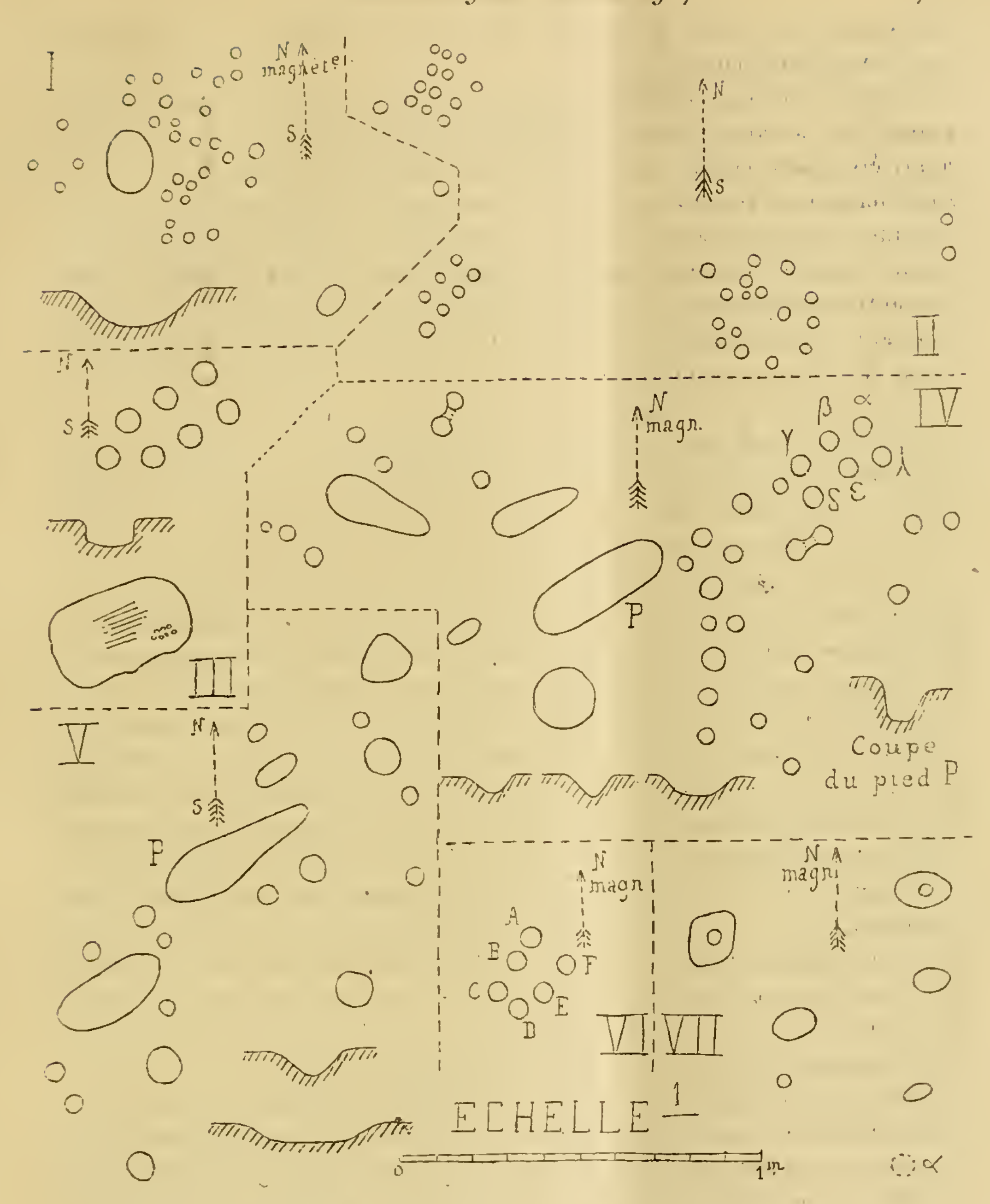


Fig. 1 : Rocher entre Baisili et Karamudli, et coupe en long de la grande cupule. — Fig. 2 : Rocher dans le village d'Usemli, avec cupules sur deux lignes parallèles. — Fig. 3 : Rocher au sud de Pankarashli; coupe par le centre d'une cupule et situation des cupules sur le rocher. — Fig. 4 : Rocher du groupe de Kamberli, avec pieds, cupules conjuguées et lignes parallèles de cupules. — Fig. 5 : Même groupe avec pieds (profondeur de P = 8cm) ; coupes de cupules moyenne et grande. — Fig. 6 : Même groupe; lignes parallèles de cupules. — Fig. 7 : Même groupe ; petites cupules au fond de grandes (α = position douteuse de la 7e cupule).

les pentes, des rochers groupés ou isolés qui émergent du sol comme des petits récifs de forme tabulaire.

C'est sur de semblables rochers que j'ai observé en plusieurs points du massif des cavités en forme de *cupules* et de *pieds humains*. Ces dernières n'ont été observées qu'en un seul point associées aux premières; celles-ci sont beaucoup plus fréquentes et se rencontrent soit isolées, soit groupées en plus ou moins grand nombre. Le groupement le plus important de ces roches à cavités se trouve dans la montagne non loin de Kamberli, au nord des sources du Galiko; les rochers de schiste sont étagés sur la pente de la montagne qui descend vers la vallée de cette rivière. Sur six groupes consécutifs de ces groupements de rochers on voit des cavités des deux sortes. Les *cupules* varient de dimensions et de forme : Le diamètre varie de 2^{cm} ou 3^{cm} à 17^{cm} environ, les plus nombreuses ont de 3^{cm} à 5^{cm} de diamètre; certaines étant à peine marquées, leur profondeur varie de 0^{cm} à 6^{cm} au moins. Leur forme varie beaucoup et peut être celle d'une coupe, d'un calice, être conique ou à bords droits (*fig.* 3). Généralement, elles sont sur la partie plane du rocher; il en est quelques-unes qui sont sur une partie très inclinée et ont pourtant un fond horizontal, d'autres qui ne peuvent pas retenir d'eau. On peut noter aussi les particularités suivantes : Une cupule provient de l'agrandissement local d'une rainure naturelle. Sur un rocher on voit à côté de pieds et d'autres cupules deux couples de cupules conjuguées, celles-ci assez rapprochées communiquant entre elles par un petit canal (*fig.* 4). Sur un autre on voit au fond de deux grandes cupules une cupule plus petite (*fig.* 7). Enfin les cupules sont groupées de façons fort différentes et en nombre très variable, de 1 à plus de 50. Quelquefois on peut observer des cupules disposées suivant deux lignes parallèles (*fig.* 2, 3, 4 et 6). Les *pieds* varient également de forme : celle-ci toujours allongée rappelle plus ou moins nettement celle de l'empreinte d'un pas humain; leurs dimensions varient aussi beaucoup, de 4^{cm} à 14^{cm} de largeur, de 10^{cm} à 45^{cm} de longueur; leur profondeur peut dépasser 8^{cm}. Leurs grands axes ont souvent une direction parallèle.

Des cavités analogues se rencontrent également sur des rochers de structure semblable au pied des montagnes qui bordent à l'ouest le bassin d'effondrement de Monastir. Toutes ces cavités sont absolument comparables à celles que le Dr Marcel Baudouin a signalées à maintes reprises, spécialement en Vendée (1). Rien ne permet ici de déterminer leur âge.

---

(1) M. Baudouin, *Moulages de gravures sur rochers* (*cupules et pieds*) *découvertes à l'île d'Yeu* (*Vendée*) (*Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 442-444); *Découverte*

PHYSIQUE COSMIQUE. — *Orages magnétiques, facules et taches solaires.* Note (¹) de M. **Henryk Arctowski.**

De 1882 à 1903, E.-W. Maunder (²) enregistre 16 *grands* orages magnétiques observés à Greenwich.

La somme des aires projetées des taches solaires (ombre et pénombre) observées ces jours d'orages magnétiques étant exprimée par 100, les nombres correspondants des sept jours précédant ces dates sont :

Jours.....	−7	−6	−5	−4	−3	−2	−1	0
Taches....	58	73	75	86	99	99	102	100

et les moyennes des neuf jours suivant ceux des grands orages magnétiques sont :

Jours......	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
Taches.....	98	84	72	61	52	44	38	35	31

En moyenne, il y a donc un maximum de taches solaires la veille des jours d'orages magnétiques. Mais ce maximum n'est pas parfaitement caractéristique, attendu que les deux jours qui le précèdent ainsi que les deux jours qui le suivent fournissent des valeurs pratiquement identiques. De plus, la courbe exprimant les chiffres graphiquement n'est pas symétrique : il y a moins de taches après l'orage magnétique qu'avant. Ces faits confirment les résultats obtenus par Loomis (³) et par Lord Kelvin (⁴).

Prenant maintenant en considération les chiffres relatifs à chaque orage magnétique, nous constatons que dans un seul cas seulement, dans le cas de l'orage du 13 février 1892, le maximum de taches a coïncidé avec l'orage; que dans trois cas (17 avril 1882, 17 novembre 1882 et 9 sep-

---

d'une pierre à sculptures de type néolithique sous des dunes anciennes des marais de Vendée (*Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 614); *Découvertes d'un menhir à sculptures, tombé sous les dunes de l'intérieur du marais de Mont Saint-Hilaire-de-Riez* (*Vendée*) (*stratigraphie néolitique*) (*Revue anthropologique*, t. 26, 1916, nᵒˢ 7 et 8, p. 273-291); *Les sculptures et gravures de pieds humains sur rochers :* Congrès de Tunis, 1913 (*A. F. A. S.*, 1914, hors volume).

(¹) Séance du 12 novembre 1917.

(²) *M. N. R. Astron. Soc.*, 1904, p. 4.

(³) *Amer. J. Sc.*, t. 50, 1870, p. 167.

(⁴) *J. Inst. Electr. Eng.*, t. 54, 1916, p. 124.

tembre 1898) le maximum a été observé un jour après et dans trois cas (2 octobre 1882, 12 mars 1892 et 20 juillet 1894) un jour avant l'orage. Donc dans moins que la moitié des cas seulement, le maximum de taches correspond à la veille, au jour de l'orage ou au lendemain. Dans cinq autres cas nous l'observons 2, 3 ou 4 jours avant et, enfin, dans les quatre cas restants, il ne peut être question de corrélation, les maxima s'observant 6 jours avant ou 4, 6 et même 8 jours après la date de l'orage magnétique.

Pourtant, si nous remarquons que l'orage magnétique ne peut pas être provoqué par l'ensemble des taches, distribuées au hasard sur le disque solaire, mais seulement par l'une d'elles émettant, par hypothèse, un pinceau de rayons β dévié de sorte que la Terre le traverse, il devient évident qu'un maximum de taches dénote simplement une plus grande probabilité qu'un tel cas se produise. Un autre facteur de corrélation nous est fourni par les statistiques des facules solaires.

Dans le cas des 16 grands orages magnétiques discutés, des minima caractéristiques de facules (aires projetées) s'observent depuis le quatrième jour avant la date de l'orage jusqu'au jour suivant cette date comme suit :

Jours	−4	−3	−2	−1	0	+1
Nombre de cas	1	1	5	4	3	2

Les orages magnétiques sont donc favorisés par la coexistence d'un maximum de taches et d'un minimum de facules.

Les quotients des aires occupées par les facules et les taches le prouvent avec plus d'évidence.

Les moyennes fournissent en effet les chiffres suivants :

Jours avant l'orage	−7	−6	−5	−4	−3	−2	−1	0
Rapports	1,23	0,92	1,08	0,87	0,83	0,69	0,67	0,70

Jours après l'orage	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
Rapports	0,78	0,79	0,92	1,03	1,21	1,45	1,72	1,99	1,74

En moyenne, la veille d'un jour d'orage magnétique est donc caractérisée par un minimum du rapport des aires de facules et de taches.

Ayant montré précédemment (¹) qu'un maximum de développement de taches est suivi d'un maximum de développement de facules, survenant en moyenne 9 jours plus tard, fait également vérifié par les chiffres précédents, il semble qu'on est justifié d'admettre que ce doivent être les taches en voie de formation qui agissent de préférence sur le magnétisme terrestre.

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 435.

On est donc tout naturellement porté à se demander si les voiles faculaires, venant plus tard, et d'autres voiles de vapeurs, moins apparents, n'absorbent pas les émissions, et si, de par ce fait, ce n'est pas tout à fait exceptionnellement que les taches peuvent projeter dans l'espace les pinceaux d'électrons qui, par hypothèse, provoquent lès orages magnétiques.

La grande luminosité des facules pourrait être attribuée à la même cause. Ce serait un phénomène d'électro- ou de radio-luminescence.

BOTANIQUE. — *Embryogénie des Alismacées. Développement du proembryon chez le* Sagittaria sagittæfolia *L.* Note de M. **R. Souèges**, présentée par M. Guignard.

Hofmeister [1] et la plupart des embryologistes venus après lui ont désigné sous le nom de *proembryon* ou *préembryon* le groupe cellulaire constitué par le suspenseur et la cellule embryonnaire encore indivise ou ayant de très peu dépassé le stade de la première division. Ainsi défini, ce terme manque de précision et il devient difficilement applicable à tous les cas. Le seul critère qui permette de reconnaître le passage de l'état proembryonnaire à l'état embryonnaire proprement dit est le changement de symétrie. Dans cette Note, ne seront résumées que les observations se rattachant au développement du jeune embryon, pendant tout le temps qu'il reste symétrique par rapport à un axe.

Parmi les travaux antérieurs concernant l'embryogénie des Alismacées, les plus remarquables sont ceux de Hanstein [2] et de Famintzin [3] sur l'*Alisma Plantago* et celui de Schaffner [4] sur le *Sagittaria variabilis*. En ce qui concerne les premiers stades du développement, les observations de Hanstein sont nettement erronées; celles de Famintzin et de Schaffner sont exactes et concordantes; elles laissent néanmoins subsister quelques points mal déterminés et surtout ont le tort de laisser croire qu'entre les Mono-

---

(1) Hofmeister, *Neuere Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen* (*Jahrb. für wiss. Bot.*, t. 1, 1858); *Neue Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung* (*Abhandl. der Sächs. Gesellsch. der Wiss.*, 1859 et 1861).

(2) J. Hanstein, *Die Entwicklung des Keimes der Monokotylen und Dikotylen* (*Bot. Abhandl.*, t. I, Bonn, 1870).

(3) A. Famintzin, *Embryologische Studien* (*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. 26, n° 10, 1879).

(4) J.-H. Schaffner, *Contribution to the life-history of* Sagittaria variabilis (*Bot. Gazet.*, t. 23, 1897, p. 252).

cotylédones et les Dicotylédones existent de grandes différences dans les règles qui président aux premières étapes de l'embryogenèse.

La cellule-œuf du *Sagittaria* se divise transversalement et donne naissance à une cellule apicale et une cellule basale. Celle-ci, voisine du micropyle, ne se divise plus dans la suite; elle devient considérablement grosse et présente tous les caractères bien connus des cellules géantes; elle ne disparaît que dans le voisinage de la maturité. Cette différenciation si précoce de la cellule basale est un phénomène important. Il en résulte que la cellule apicale devient, au point de vue embryogénétique, l'homologue de la cellule œuf ou cellule embryonnaire primordiale, telle qu'on la rencontre dans d'autres groupes, chez le *Myosurus minimus* ou le *Capsella Bursa-pastoris*, par exemple (1).

Elle suit les mêmes lois de développement. Elle se divise transversalement pour donner naissance à deux cellules superposées. Ni Famintzin, ni Schaffner n'ont pu apporter la preuve irréfutable de cette cinèse; les figures mitotiques que j'ai pu observer ne laissent plus subsister aucun doute sur le cloisonnement transversal de la cellule apicale et sur la véritable origine de la cellule médiane du proembryon tricellulaire.

Les deux éléments superposés ainsi engendrés se cloisonnent, l'inférieur transversalement, le supérieur verticalement pour constituer la tétrade. Les deux cellules supérieures juxtaposés de cette tétrade donnent naissance au cotylédon; la cellule placée au-dessous engendre la moitié supérieure de l'axe hypocotylé et le cône végétatif de la tige; aux dépens de la cellule inférieure, voisine de la vésicule micropylaire, se différencient la moitié inférieure de l'axe hypocotylé, l'hypophyse et le suspenseur proprement dit.

Le mode de cloisonnement de ces quatre éléments est le même que celui des éléments de la tétrade du *Myosurus minimus*. Au stade octocellulaire, les deux éléments supérieurs juxtaposés ont engendré des quadrants cotylédonaires, l'élément intermédiaire s'est cloisonné verticalement, l'élément inférieur, au contraire, s'est segmenté transversalement pour donner naissance à deux cellules superposées. Au stade où l'embryon comprend seize cellules, les quadrants, par segmentation transversale, ont engendré des octants; les deux cellules juxtaposées placées au-dessous se sont cloisonnées verticalement et ont donné naissance à quatre cellules circumaxiales; la cellule inférieure, issue du cloisonnement transversal de l'élément inférieur de la tétrade, s'est segmentée à son tour verticalement et sa sœur a pris une nouvelle cloison horizontale séparant encore deux cellules superposées.

A ce moment, le proembryon, à part la vésicule micropylaire, se compose de six étages cellulaires. Si l'on réunit en un seul les deux étages de la partie cotylédonaire, on peut dire que, depuis le stade tétrade jusqu'au stade de l'embryon à seize cellules,

---

(1) Voir R. Souèges, *Recherches sur l'embryogénie des Renonculacées* (*Bull. Soc. Bot. France*, t. 58, 1911, p. 546); *Les premières divisions de l'œuf et l'origine de l'hypophyse chez le* Capsella Bursa-pastoris *Mench.* (*Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 158).

le nombre des éléments composant un étage est égal à la somme des éléments composant tous les autres étages placés au-dessous. A côté de cette loi régissant la disposition des cellules, on peut ajouter que la loi plus générale de puissance égale de division des premiers blastomères se trouve également observée comme chez le *Myosurus minimus* et le *Capsella Bursa-pastoris*, puisque chacune des deux, quatre et huit cellules proembryonnaires a donné naissance à un nombre égal d'éléments cellulaires.

Les trois histogènes se différencient dans les trois étages médians comme Famintzin l'a indiqué au sujet de l'*Alisma Plantago*. En ce qui concerne l'étage représenté par les quatre octants cotylédonaires supérieurs, les cloisonnements ont lieu selon le processus qui a été décrit au sujet du *Myosurus minimus*, avec cette différence toutefois que, tout d'abord, il se forme fréquemment une cloison parallèle au plan équatorial. Les deux étages inférieurs engendrent l'hypophyse et le suspenseur proprement dit; les phénomènes de division dont ils sont le siège se rattachent à la différenciation du sommet radiculaire.

En résumé, les règles qui président aux premières étapes du développement sont les mêmes dans les deux formes types de l'embryon, monocotylédoné ou dicotylédoné. Les cellules naissent dans le même ordre et se disposent d'une manière comparable; elles donnent néanmoins naissance à des régions du corps embryonnaire tout à fait différentes.

La différenciation extrêmement précoce de la cellule basale et la substitution de la cellule apicale à la cellule-œuf constituent des faits dignes de remarque. Ils apportent une preuve nouvelle de la non-spécificité cellulaire et démontrent que les lois du développement possèdent seuls les caractères les plus constants (1).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une nouvelle plante à acide cyanhydrique*, l'Isopyrum fumarioides *L.* Note de M. **Marcel Mirande**, présentée par M. Guignard.

Le genre *Isopyrum*, de la famille des Renonculacées (Aquilégiées), délimité d'une manière peu naturelle et qu'on peut considérer comme un terme de passage entre les genres *Nigella* et *Helleborus*, renferme environ 25 espèces, presque toutes asiatiques; quelques-unes appartiennent à l'Amérique boréale et une seule à l'Europe, l'*Isopyrum thalictroides* L.

En 1913 (2), j'ai signalé la présence de l'acide cyanhydrique dans cette

---

(1) Les observations résumées dans cette Note seront publiées, avec figures à l'appui, dans un autre Recueil.

(2) Mirande, *Sur quelques plantes nouvelles à acide cyanhydrique* (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 22 novembre 1913).

dernière plante, ajoutant ainsi un genre nouveau de plantes à contenu cyanique à la famille des Renonculacées, où l'on comptait déjà, à ce point de vue, un petit nombre d'espèces appartenant aux genres *Aquilegia*, *Ranunculus* et *Thalictrum*.

Dans l'*Isopyrum fumarioides* L., originaire de Sibérie et que je cultive dans le Jardin alpin du Lautaret, j'ai constaté aussi la présence d'une substance qui, sous l'influence d'une enzyme agissant à la façon de l'émulsine et contenue aussi dans la plante, se décompose en donnant, entre autres produits, de l'acide cyanhydrique.

Les diverses parties de la plante sont rapidement broyées et mises en macération dans un peu d'eau, pendant quelques heures, à la température de 25° à 30°. La plante contient suffisamment d'enzyme pour hydrolyser la substance cyanogénétique. Après digestion, la masse est soumise à la distillation sous l'action d'un courant de vapeur d'eau. Une petite quantité d'acide cyanhydrique, dont il n'est pas tenu compte dans les résultats, s'échappe pendant la digestion et la distillation. Le distillat accuse tous les caractères de la présence de l'acide cyanhydrique, notamment la réaction du bleu de Prusse.

Le dosage, par la méthode de Fordos et Gélis, m'a donné, au mois d'août, pour 100^g de plantes fraîches, à l'état de pleine floraison et même presque en fruits, $0^g,249$ d'acide cyanhydrique. Les fruits verts en contiennent $0^g,115$ pour 100.

Je rappelle, en passant, que l'*I. thalictroides* m'avait donné $0^g,042$ pour 100.

Dans les plantes cyanogènes, à part quelques rares exceptions, la teneur en acide cyanhydrique est d'autant plus grande que la plante est plus jeune; c'est le cas aussi pour l'*I. fumarioides*. Le chiffre ci-dessus, qui s'applique à la plante déjà en fruits, ne représente donc qu'une quantité moyenne.

On voit que ce chiffre est déjà élevé et place cette espèce parmi les plantes les plus riches en contenus cyaniques. Après le classique *Pangium edule*, la plante la plus riche connue en acide cyanhydrique et où cet acide est engagé dans une combinaison instable, viennent le célèbre *Phaseolus lunatus*, ou Haricot de Java, dont les jeunes feuilles contiennent jusqu'à $0^g,250$ pour 100, et le *Prunus Laurocerasus* var. *Schipkaensis* qui a fourni, à l'analyse de Guignard, jusqu'à $0^g,286$ pour 100 d'acide cyanhydrique.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'utilisation du marc de raisin comme combustible.* Note de M. C. Matignon et Mlle G. Marchal.

La pénurie et le prix élevé des combustibles attirent l'attention sur bon nombre de substances négligées ou mal utilisées, qui possèdent un pouvoir

calorifique dont on pourrait tirer parti à l'heure actuelle. Le marc de raisin rentre précisément dans ce cas.

Par ses teneurs en azote, phosphore et potasse, le marc constitue un engrais comparable au fumier; il possède également une valeur alimentaire bien établie. Müntz a étudié ces points tout spécialement et accumulé de nombreuses données quantitatives sur les marcs, dans de longues et importantes recherches sur la culture et l'exploitation de la vigne [1]. Mais leur utilisation, soit comme aliment, soit comme engrais, recommandée par Müntz, n'est pas encore généralisée.

Dans la basse Bourgogne, en particulier, les vignerons ont des préventions contre le marc en tant qu'engrais direct et ce n'est que bien rarement qu'ils l'utilisent après l'avoir mis en composts avec de la terre ou du fumier, de sorte que la plus grande partie de ce résidu reste en ce moment sans emploi.

Nous avons étudié un marc provenant de la région de Chablis (Yonne) en nous plaçant surtout au point de vue de ses propriétés comme combustible. Ce marc, de la récolte 1916, avait été particulièrement abondant à cause des ravages causés par le cochylis; beaucoup de grains, qui s'étaient desséchés sans mûrir, se retrouvaient tout entiers dans le marc.

Dessiccation. — Après distillation, le marc avait été abandonné sous un hangar où il avait subi un commencement de dessiccation.

Desséché alors à 115°, il perdait 48,65 pour 100 d'eau, au lieu des 65 pour 100 que contient en moyenne un marc frais.

Plusieurs échantillons d'environ 250g, laissés l'hiver dernier dans une salle non chauffée (3° à 7°), ont perdu progressivement les quantités d'eau suivantes :

	pour 100.
13 janvier	0
15 »	22,4
16 »	29,5
17 »	34
18 »	36,7
20 »	39,8
22 »	40,4
24 »	40,9
27 »	41,1
21 février	40,7

(1) MUNTZ. *Les vignes. Recherches expérimentales sur leur culture et leur exploitation.* Paris, 1895.

On atteint alors un équilibre de dessiccation variable avec l'état hygrométrique; le marc contient encore environ 13 pour 100 d'eau.

D'après cela on peut conclure qu'une station suffisamment prolongée, sous un hangar bien aéré, permettrait facilement d'abaisser la teneur en eau d'un marc non tassé à 25 à 30 pour 100.

Composition. — Dans le marc desséché à 115°, on a dosé et analysé les cendres. Le carbone et l'hydrogène ont été également déterminés, on a trouvé :

	I.	II.	Moyenne.
Carbone	48,19	48,24	48,21
Hydrogène	5,52	5,38	5,45
Azote	2,35	2,45	2,40
Cendres	11,60	»	11,60

Les éléments minéraux sont contenus dans les proportions suivantes :

SiO^2	2,27
CaO	2,64
MgO	0,20
$Al^2O^3 + Fe^2O^3$	1,77
K^2O	2,34
Na^2O	0,16
SO^3	0,29
P^2O^5	1,08

Ce marc est particulièrement minéralisé; la teneur en cendres des marcs examinés par Müntz oscille autour de 6 pour 100 et les teneurs en potasse et acide phosphorique sont diminuées dans le même rapport.

Pouvoir calorifique. — Le marc desséché à 115° a été brûlé dans la bombe calorimétrique. On a trouvé, à volume constant, un pouvoir calorifique de 4698^{cal} :

I.	II.	Moyenne.
4724^{cal}	4671^{cal}	4698^{cal}

La chaleur de combustion à volume constant ne diffère pas de la même chaleur à pression constante.

Le pouvoir calorifique, toute l'eau étant volatilisée, doit être diminué de 297^{cal}, ce qui ramène le pouvoir calorifique réel à

4400^{cal}.

Le calcul de la température théorique de la flamme, qui constitue une caractéristique intéressante de combustibles, conduit à 1930°, en suivant les indications données par M. Mahler (¹).

(¹) *Revue universelle des Mines*, 4ᵉ série, t. 5, 1904, p. 1.

D'après ces données, l'utilisation des marcs comme combustibles peut certainement être réalisée dans des gazogènes appropriés, car leurs constantes thermiques, leur composition chimique, leur teneur en cendres, rapprochent tout à fait les marcs de la tourbe, avec l'avantage pour ceux-ci de se prêter à une dessiccation plus rapide. Des essais dans ce sens doivent être entrepris prochainement avec les marcs de la dernière récolte.

Remarquons que la combustion permet de récupérer la plus grande partie du phosphore et de la potasse dans les cendres et que seul l'azote est perdu.

Une tonne de marc à 25 pour 100 équivaut comme pouvoir calorifique à $0^t,4$ de charbon. Avec une production, en année moyenne normale, de 50 millions d'hectolitres de vin et une récupération de $17^{kg},5$ de marc frais par hectolitre, l'ensemble des marcs français représente un pouvoir calorifique équivalant théoriquement au moins à 160000^t de charbon.

ZOOLOGIE. — *Sur les rapports de parenté du Saumon* (Salmo salar *L.*) *et des Truites d'Europe* (Salmo trutta *L.*, Salmo fario *L.* et var.) Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edm. Perrier.

Une Note récente ([1]), due à M. G.-A. Boulenger, remet en question cet intéressant problème. L'auteur, après avoir établi judicieusement ([2]) plusieurs catégories parmi les Poissons des eaux douces, place le Saumon (*Salmo salar*) avec la Truite de mer (*Salmo trutta*) dans celle qu'il nomme des « thalassogènes dulcaquicoles », en leur attribuant une origine marine. Antérieurement, M. Meek (*The Migrations of Fish*. 1916) s'était rangé à une opinion similaire, en lui ajoutant que, les Saumons du Pacifique (*Oncorhyncus*) et ceux de l'Atlantique s'étant séparés depuis le Crétacé, les premiers, en raison de leur courte existence juvénile en eaux douces,

([1]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 327.

([2]) Tout en acceptant dans leur ensemble la plupart des vues que M. G.-A. Boulenger expose avec compétence, je me sépare de lui quant à certains des termes qu'il crée à leur endroit. Je reconnais avec lui l'utilité d'exprimer au moyen de ces termes les lieux de ponte des poissons migrateurs, mais j'estime que les expressions *Anagames* (reproduction ascendante) et *Catagames* (reproduction descendante) n'ont pas de sens suffisamment précis. Je leur préfère les termes *Potamotoques* (ponte en eaux douces) et *Thalassotoques* (ponte en eaux marines), dont j'ai proposé l'emploi voici plusieurs années.

ont mieux conservé l'état primitif que les seconds, et que ceux-ci, au cours du Miocène, se sont subdivisés à leur tour en deux séries, l'une du nord-atlantique conduisant à *Salmo salar*, l'autre du nord-méditerranéen aboutissant à *Salmo trutta* et à *Salmo fario*.

Ces hypothèses phylogénétiques s'accordent avec la notion générale, habituellement admise, de l'origine marine des faunes d'eaux douces. Pourtant, dans le cas spécial ici visé, elles ne tiennent pas compte de tous les faits. Selon leur esprit, en effet, les formes migratrices de *Salmo* représenteraient un état intermédiaire à la vie permanente en eaux marines et à la vie permanente en eaux douces. Or plusieurs particularités s'opposent à cette manière de voir :

1° *Salmo salar* ne se rencontre que dans les bassins hydrographiques qui dépendent de l'océan Atlantique au-dessus du 42° latitude Nord; il manque à la Méditerranée, ainsi que *Salmo trutta*, contrairement aux autres migrateurs potamotoques, Esturgeons et Aloses, de l'Europe occidentale. Par contre, les Truites à vie permanente en eaux douces (*Salmo fario* et ses variétés) habitent non seulement ces bassins, mais encore plusieurs de ceux qui se déversent dans la Méditerranée occidentale; elles s'étendent même jusqu'à l'Afrique septentrionale. Leur aire d'habitat étant plus vaste que celle des formes migratrices, et moins circonscrite, on peut en conclure que l'espèce à grande répartition possède une valeur primitive par rapport aux espèces de répartition restreinte.

2° J'ai montré précédemment que *Salmo salar* n'installe ses frayères que dans des eaux riches en oxygène dissous, et que ses migrations reproductrices se dirigent de la mer vers ces dernières. Les Truites agissent de même dans le seul milieu des eaux douces, mais se contentent d'une richesse moindre. Comme la proportion d'oxygène dissous est, dans les deux cas, supérieure à celle des eaux marines, il paraît rationnel d'admettre que l'espèce la moins exigeante à cet égard soit la plus primitive.

3° Les Salmoninés qui pondent en eaux douces se font remarquer par la grosseur de leurs œufs, riches en deutolécithe, contrairement aux Salmoninés marins, dont les œufs dépassent rarement 1^{mm} de diamètre. Or, les formes migratrices sont précisément celles dont les œufs sont les plus volumineux. Ceux de *Salmo salar* mesurent en moyenne $5^{mm},5$ à 6^{mm} de diamètre, alors que ceux des Truites restent habituellement compris entre 4^{mm} et 5^{mm}. Ici encore, il est licite d'accorder aux espèces pourvues des œufs les moins volumineux une valeur primitive par rapport à celles dont les œufs parviennent à des dimensions plus fortes.

Ces divers faits conduisent à empêcher de suivre l'hypothèse relative à l'origine marine directe du Saumon. Le contraire paraîtrait plus rationnel; et les notions actuellement acquises sur la morphologie et la biologie de ces êtres aboutissent à d'autres conclusions.

Les représentants européens actuels du genre *Salmo* composent, à mon avis, plusieurs variétés distinctes, dont les différences sont plus biologiques

que morphologiques. On peut les grouper artificiellement en un certain nombre d'espèces; mais, dans leur série réelle de complexité, *Salmo salar* et *Salmo trutta* n'apparaissent point comme formes transitionnelles conduisant à *Salmo fario*. Il est loisible de reporter aux régions arctiques, en se basant sur la zoogéographie, le centre primitif de création ancienne; toutefois l'extension de l'aire d'habitat, si l'on en juge d'après la distribution actuelle, a été accomplie par les variétés des eaux douces courantes plutôt que par les lacustres et les migratrices, et la période glaciaire a sans doute joué dans ce phénomène un rôle prépondérant. En somme et pour résumer, tout en convenant que l'origine première et lointaine de l'ensemble des Salmonidés ait été marine, le Saumon et la Truite de mer, dans le genre *Salmo* tel qu'il se trouve actuellement composé, ne doivent pas être pris pour des espèces marines qui s'adaptent à la vie en eau douce, mais pour des formes d'eau douce secondairement et partiellement adaptées à une vie de croissance dans les eaux marines, comme les Truites des lacs subissent une croissance similaire dans certaines cuvettes lacustres.

La migration complexe du Saumon est un phénomène de complément, non pas un phénomène primitif.

PHYSIOLOGIE. — *Résistance absolue des muscles après atrophie ou lésion des nerfs.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Laveran.

La résistance absolue d'un muscle est celle qu'il oppose à la rupture par traction. En pratique, on a fixé dans un étau le genou d'une grenouille, détaché le gastrocnémien jusqu'à l'os sésamoïde qui termine le tendon d'Achille, pour saisir cette extrémité dans un petit étau à main auquel est suspendu un plateau à poids. De la grenaille de plomb est mise avec précaution dans ce plateau pour amener, sans secousse, la rupture du muscle.

Si l'on a procédé soigneusement, le gastrocnémien se coupe au niveau de sa plus grande section, mesurée au préalable à l'aide d'un palmer. On trouve ainsi un diamètre de 4^{mm} à 7^{mm}, d'où se déduit la section $\frac{\pi D^2}{4}$.

Toutes nos expériences sont faites rapidement, sur l'animal vivant, auquel on épargne la moindre hémorragie et les inutiles lacérations. Leur objet a été de déterminer la valeur exacte de la résistance à la rupture du muscle intact, en la rapportant au millimètre carré de section, et de comparer l'état normal aux nombreux états pathologiques résultant de lésions nerveuses, de destruction de la moelle épinière, d'atrophies plus ou moins

avancées. On a, par exemple, ankylosé en extension complète, pendant 3 semaines, le genou de deux grenouilles, employant à cet effet une sorte d'arc en aluminium appuyé sur les segments fémoral et jambier.

Voici, maintenant, les données moyennes tirées de 60 expériences sur *Rana temporaria;* le muscle étudié est le gastrocnémien :

	Poids de l'animal.	Section du gastrocnémien.	Résistance à la rupture totale.	Résistance à la rupture par millimètre carré.	Conditions de l'expérience.
	g	mm²	g	g	
1.	30	27	1135	42	Muscle droit intact.
	30	27	1130	42	Muscle gauche intact.
2.	30	25,3	1012	40	Muscle droit intact.
	30	25,3	960	38	Muscle gauche tiraillé.
3.	20	14	840	60	Muscles droit et gauche sont maigres et vivaces.
	20	14	845	60	
4.	20	16	930	58	Muscle droit intact.
	20	16	925	58	Muscle gauche à nerfs sectionnés.
5.	25	20	900	45	Muscle droit intact.
	25	20	885	44	Muscle gauche à nerfs sectionnés.
6.	45	34	1390	41	Muscle droit intact.
	45	34	1325	39	Muscle gauche à sarcolemme entamé.
7.	35	28	1180	42	Muscle droit intact.
	35	18	720	40	Muscle gauche (ankylose du genou durant 21 jours).
8.	28	22	1325	60	Muscle droit intact (¹).
	28	18,7	935	50	Muscle gauche à nerfs sectionnés depuis 100 jours.

La section des nerfs moteurs de la patte postérieure, et après cicatrice de la peau, n'a été suivie, durant les 100 jours d'observation, d'aucune restauration fonctionnelle, le pied demeurant invariablement inerte et tombant.

Rappelons enfin que Wertheim, ensuite Marey, avaient obtenu une résistance moyenne de 40^g et 30^g au millimètre carré, en opérant sur des muscles de cadavre encore frais.

Conclusions. — Du précédent Tableau il ressort en toute évidence que :

1° L'amaigrissement saisonnier, où la maigreur individuelle des gre-

(¹) Mais un peu amaigri par rapport à ce qu'il était.

nouilles, ne diminuent point la résistance de leurs muscles gastrocnémiens; au contraire, elle passe de 40^g à 60^g par millimètre carré en moyenne. L'évolution du sarcoplasma, que Gaule, après Miescher, attribue à *l'autolyse*, ne modifie guère la ténacité du myoplasma, des fibres contractiles proprement dites; cette ténacité peut être évaluée à 60^g au millimètre carré.

2° La force absolue de rupture d'un gastrocnémien varie de 800^g à 1400^g et sa section de 14^{mm^2} à 34^{mm^2}, soit une force unitaire de 45^g, donnant environ 360^{kg} pour la résistance à la rupture des muscles jumeaux d'un adulte.

3° La lésion ou la section des nerfs, quand elles sont récentes, affaiblissent peu la résistance musculaire. Il en est de même quand on a soumis le muscle à une traction préalable inférieure au poids qui produirait sa rupture, ou quand on a entamé superficiellement l'enveloppe de sarcolemme.

4° Mais une vieille lésion nerveuse s'accompagne d'une atrophie musculaire grave, qui abaisse de 20 à 25 pour 100 la résistance absolue. L'atrophie due à une ankylose exige aussi du temps; au bout de 3 semaines, elle n'a diminué que de 5 pour 100 la résistance du gastrocnémien.

On est donc amené à ne pas exagérer les effets des blessures ou traumatismes quelconques sur l'appareil névro-musculaire, à condition de rétablir à temps les voies de réparation organique, et d'assurer l'exercice graduel de la fonction menacée.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le sérum de la Murène* (Muræna helena). *L'équilibre moléculaire et la toxicité du sérum.* Note de M. **W. Kopaczewski**, présentée par S. A. S. le prince Albert de Monaco.

Il était intéressant d'examiner les relations entre la structure moléculaire et la toxicité du sérum de la murène. Chaque fois que le sérum a été soumis à l'influence des agents physiques dont les résultats ont été publiés précédemment [1], nous avons étudié le sérum à l'ultramicroscope et photographié les images observées [2].

Voici ce que nous avons constaté :

Dans le cas où le sérum a été inactivé, soit par les rayons solaires, soit

(1) Kopaczewski, *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 600.

(2) Les documents photographiques paraîtront prochainement dans un autre Recueil.

par les rayons ultraviolets extrêmes ou par une conservation prolongée, nous avons observé l'apparition des agglomérations : tout d'abord les micelles séparées se réunissaient par 4-6 pour former finalement soit de gros amas à structure granuleuse, soit des grains très lumineux, qui à leur tour se rassemblaient en amas amorphes.

Par contre, dans les cas où malgré l'influence des agents physiques, comme les rayons X, les rayons ultraviolets longs, le sérum est resté toxique, nous n'avons jamais vu de changements appréciables.

Les recherches remarquables de Danysz (¹) sur la formation *in vitro* des complexes entre les toxines et les antitoxines nous ont suggéré l'idée d'étudier l'action réciproque du sérum de la murène et du sérum normal d'un animal d'expérience à l'ultramicroscope. A cet effet nous avons placé une goutte de sérum de la murène frais à proximité immédiate d'une goutte de sérum de lapin. Au moment de le couvrir avec une lamelle, nous avons commencé l'observation à l'ultramicroscope et nous avons constaté la formation rapide d'agglomérations qui, en se réunissant et en perdant leur mouvement brownien, formaient après 10 minutes de contact des masses nébuleuses. C'était une véritable précipitation ultramicroscopique.

Le sérum du cobaye ou du lapin intoxiqués est optiquement presque vide : l'ultramicroscope avec notre grossissement (167 diamètres) ne nous a décelé que des micelles excessivement petites en mouvement très vif. La même apparence a été observée avec le sérum du lapin sensibilisé et examiné après le choc anaphylactique.

En présence de ces faits nous avons cherché à les corroborer, en soumettant le sérum de la *murène* à l'influence des agents qui soit empêchent, soit facilitent la formation des complexes entre les colloïdes dont le signe visible est l'apparition des agglomérations micellaires.

Les recherches de Perrin (²) Victor Henry (³) Hardy, van Bemmelen, W. Ostwald, Traube, Michaelis, etc., ont prouvé que parmi ces agents sont surtout à retenir la tension superficielle, la viscosité et la charge électrique. Si la formation des amas micellaires provoqués par la température, la lumière ou l'hysteresis peut être empêchée en augmentant la viscosité ou en diminuant la tension superficielle, on devrait avoir le sérum d'une toxicité normale, à la condition bien entendu que tout se passe comme si l'appari-

(¹) Danysz, *Annales de l'Institut Pasteur*.

(²) Perrin, *Les atomes* (1913) et *Journal de Chimie physique*.

(³) V. Henri et A. Mayer. *Soc. de Biol.*, 1906, 2, p. 435.

tion d'agglomérations et la disparition de la toxicité soient uniquement le résultat d'une modification d'équilibre moléculaire. C'est ce que nous nous sommes efforcé de prouver. Il va sans dire que les expériences de ce genre, étant donnée l'introduction dans le sérum de substances différentes, qui souvent peuvent ne pas être indifférentes au point de vue chimique, sont très délicates, et il fallait multiplier le nombre d'expériences témoins pour éviter les causes d'erreurs.

Finalement en nous servant d'une suspension de cholestérine à 1 pour 100 et d'une solution colloïdale d'oléate de soude à 2 pour 100, toutes les deux substances étant électronégatives et sans influence notable sur la viscosité naturelle du sérum, nous avons pu modifier sensiblement la tension superficielle du sérum dans les deux sens.

En augmentant d'environ 4 dynes la tension superficielle du sérum de la murène par l'addition de cholestérine, nous avons pu inactiver le sérum par le chauffage de 15 minutes à 56°, température à laquelle le sérum normal résiste parfaitement.

En diminuant d'environ 24 dynes la tension superficielle du sérum de la murène par l'oléate de soude, nous n'avons pas pu conserver la toxicité primitive du sérum après le chauffage à 75° C., quoique ce sérum provoquait chez le cobaye des symptômes d'intoxication indiscutables.

C'est pourquoi il nous a semblé que le point thermique où la toxicité du sérum diminue doit être plus rapproché de 56° que de 75°. Cet *experimentum crucis* nous a prouvé que la toxicité faiblit entre 60° et 65°.

Avec la disparition ou la conservation de la toxicité primitive du sérum de la murène concordaient les résultats ultramicroscopiques, c'est-à-dire l'apparition ou l'absence des agglomérations micellaires.

Conclusions. — Chaque fois que le sérum de la murène, soumis à l'influence des agents physiques tels que la chaleur, les rayons ultraviolets extrêmes ou la conservation prolongée, a été inactivé, on observe des changements profonds dans sa structure ultramicroscopique : les micelles séparées et en mouvement brownien vif, se groupent par plusieurs unités tout en perdant leur mouvement.

Une véritable précipitation ultramicroscopique a lieu si l'on mélange le sérum de la murène avec le sérum d'un animal d'expérience.

En modifiant la tension superficielle du sérum de la murène soumis à l'influence des agents physiques destructifs, on peut volontairement faciliter ou retarder l'apparition des agglomérations micellaires et, *ipso facto*, faciliter ou retarder la disparition de cette toxicité sérique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Essai de synthèse biochimique des diglucosides d'alcools polyvalents. Diglucoside β du glycol.* Note (1) de MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel**, présentée par M. Moureu.

La synthèse biochimique d'un diglucoside d'alcool polyvalent présente des difficultés particulières qu'un peu de réflexion permet de prévoir.

Supposons qu'il s'agisse d'obtenir le diglucoside β du glycol éthylénique $C^6H^{11}O^5.CH^2O - CH^2O.C^6H^{11}O^5$, qui est comparable à l'éther diéthylique de cet alcool.

Le glycol possédant deux fonctions alcooliques primaires et symétriques, il semble, d'après ce que nous savons, qu'en faisant agir la glucosidase β (émulsine) sur une solution de glucose dans du glycol étendu d'eau, et en prolongeant suffisamment la réaction, on doive obtenir aisément un mélange de monoglucoside β et de diglucoside β.

Remarquons d'abord que si les proportions respectives du glucose et du glycol en dissolution sont telles que le nombre de molécules de sucre n'est pas supérieur à celui des molécules de l'alcool, on n'obtient dans ces conditions, comme des expériences antérieures l'ont démontré, que du monoglucoside $C^6H^{11}O^5.CH^2O.CH^2.OH$.

Il ne peut se produire de diglucoside que si la proportion de glucose est suffisamment élevée; si, par exemple, elle est telle que le nombre des molécules de la matière sucrée est double de celui des molécules de glycol.

Mais alors on se heurte à des difficultés d'autre sorte, qui tiennent à ce que le seul produit qu'on puisse employer comme glucosidase β, l'émulsine, renferme des *hexobiases* (gentiobiase, cellobiase) dont l'activité synthétisante croît avec la concentration du glucose dans l'eau du mélange, de sorte que s'il se forme du diglucoside du glycol, il se formera en même temps du gentiobiose, du cellobiose, etc.

On ne peut même pas affirmer avec certitude que, en ajoutant la proporportion élevée de glucose que nous venons d'indiquer, il se formera du diglucoside. En effet, les ferments autres que la glucosidase β, en provoquant la formation d'hexobioses (gentiobiose, cellobiose) peuvent, selon les lois de partage fermentaire que nous avons décrites, employer à cet objet assez de glucose pour que le nombre des molécules de ce sucre laissées à la disposition de la glucosidase soit inférieur au nombre de molécules de

(1) Séance du 12 novembre 1917.

glycol. En tout cas, on devra obtenir un mélange de glucosides et d'hexobioses difficiles à séparer.

Les expériences de synthèse que nous exposons ci-dessous établissent que les choses se passent réellement ainsi; elles démontrent en même temps, comme on l'a déjà fait par des expériences d'hydrolyse [1], que l'émulsine est bien un mélange complexe de plusieurs ferments.

On a préparé une première solution A ainsi composée :

Glucose pur anhydre	300^{g}	(2^{mol})
Glycol éthylénique	50	(0,966)
Eau q. s. p. f. 500^{cm^3}, soit	265	(17,66)

A cette solution, dans laquelle il y a un peu plus de deux fois autant de molécules de glucose que de molécules de glycol, on a ajouté $2^{g},50$ d'émulsine, après quoi on l'a abandonnée à la température du laboratoire (12° à 18°). Rotation de la solution filtrée avant toute réaction (pour $l = 2$) : $+62°16'$.

Pour savoir quelle serait l'action de l'émulsine en l'absence de glycol, on a mis en train deux autres expériences dans l'une desquelles (B) le glycol était remplacé par un égal volume d'eau, alors que dans l'autre, (C), il l'était par un égal volume d'acétone. Dans cette troisième expérience, le glycol, liquide indifférent par rapport aux hexobiases, était donc remplacé par un liquide semblablement indifférent.

Les hexobioses β ayant un pouvoir rotatoire inférieur à celui du glucose $(+52°,5)$ et les glucosides β étant lévogyres, on comprend que la rotation droite des solutions devait diminuer dans les trois cas.

Les réactions synthétisantes se sont prolongées pendant 2 mois environ, après quoi on a trouvé comme rotations (pour $l = 2$) :

		Diminution.
A	+42°.34'	19°.42'
B	+53	9.16
C	+52.36	9.30

On voit ainsi, en comparant l'essai A aux deux autres, que la glucosidification du glycol y correspond à une diminution de la rotation de 10° environ, l'action des hexobiases seules correspondant à une diminution un

(1) Ém. Bourquelot et H. Hérissey, *L'émulsine, telle qu'on l'obtient avec les amandes, est un mélange de plusieurs ferments* (*Société de Biologie*, 11e série, t. 5, 1903, p. 219).

peu supérieure à 9°. Glucosidase β et hexobiases doivent donc exercer simultanément leur action synthétisante.

On a essayé de séparer les produits formés en opérant de la façon suivante : Après avoir porté le mélange A à l'ébullition, on l'a filtré, puis dilué à 2500^{cm^3} avec de l'eau, après quoi on l'a additionné de levure haute pour détruire le glucose en excès. La fermentation terminée, on a filtré de nouveau et, après avoir constaté que le liquide débarrassé de glucose était lévogyre ($\alpha = -42'$ pour $l = 2$), on l'a concentré au bain-marie sous pression réduite, ce qui a fourni 113^g d'un extrait semi-liquide que l'on a épuisé successivement par l'éther acétique, l'alcool absolu et l'alcool à 95^c.

Les trois liquides d'épuisement ont été abandonnés dans le laboratoire pendant près d'une année. Les parois du flacon qui renfermait la solution dans l'alcool à 95^c se sont peu à peu couvertes de petits cristaux qu'on a pu détacher en partie. Ces cristaux possédaient une saveur d'abord légèrement sucrée puis amère; ils présentaient le phénomène de multirotation, déviant à gauche sitôt après la dissolution pour dévier ensuite à droite avec un pouvoir rotatoire définitif de $+8°,54$. En un mot, ces cristaux étaient du gentiobiose.

Aucun des essais que l'on a fait depuis pour isoler à l'état cristallisé les produits dissous dans les autres véhicules n'a réussi. Il a été seulement constaté qu'on avait dans tous les cas affaire à un mélange d'hexobioses réducteurs et de glucosides du glycol, sans qu'il soit encore possible d'affirmer qu'il y ait eu formation de digluçoside.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Un nouveau ferment des leucocytes du sang et du pus : la lipoïdase.* Note [1] de MM. **Noël Fiessinger** et **René Clogne**, présentée par M. Quénu.

Les leucocytes du sang et du pus ont la propriété d'élaborer des diastases. On connaît déjà les oxydases, peroxydases, protéase, lipase, etc. des leucocytes. Nous avons l'intention de démontrer que les leucocytes du sang et du pus peuvent aussi réaliser l'hydrolyse des lipoïdes et en particulier de la lécithine par une action fermentative.

I. *Origine de nos recherches.* — Poursuivant des études microchimiques

[1] Séance du 12 novembre 1917.

des cellules du pus, nous avons remarqué que celles-ci contiennent assez fréquemment des enclaves soudanophiles (colorables en rouge orangé par le rouge de Soudan) et des enclaves chromophiles (colorables en bleu par le bleu de Nil). L'analyse nous montra que, si les premières étaient des graisses neutres, les secondes avaient les propriétés des lipoïdes. Or on observait souvent sur le leucocyte, par une double coloration vitale, toutes les transitions entre ces deux types d'enclaves et, en étudiant l'autolyse du leucocyte, on pouvait constater la disparition des enclaves lipoïdes et l'augmentation des enclaves graisseuses, comme s'il se faisait progressivement une transformation des lipoïdes en graisses neutres. Nous nous sommes demandé si le leucocyte n'élaborait pas un ferment capable de réaliser cette transformation.

2. *Technique de nos recherches.* — Les leucocytes que nous avons recueillis provenaient du sang veineux ou du pus. Nous obtenions les premiers par hémolyse des globules rouges dans l'alcool au $\frac{1}{3}$, centrifugation rapide, puis suspension dans du sérum citraté. Cette technique n'altère pas les leucocytes au point de vue fermentatif, comme nous le permettent d'affirmer nos recherches antérieures. Les leucocytes du pus étaient simplement lavés dans le sérum citraté à deux reprises et dilués ensuite dans ce liquide. On numérait ensuite la suspension leucocytaire d'épreuve de façon à connaître la densité.

On ajoutait la suspension leucocytaire à 1^{cm^3} d'une solution de lécithine chimiquement pure au $\frac{1}{100}$ faiblement alcaline ($0^g,12$ de carbonate de soude pour 100). La préparation était faite aussi stérilement que possible et, pour empêcher le développement des bactéries, chaque tube recevait 2^{cm^3} de chloroforme. L'expérience était poursuivie de 8 à 10 jours à l'étuve à 37° avec de nombreux témoins chauffés à 56°, 60° et 65°.

A la fin de l'expérience, on concentrait $\frac{1}{10}$ du mélange et l'on caractérisait la choline suivant la technique recommandée par Gab. Bertrand et P. Thomas en recherchant, après action de l'iode, les cristaux de Florence d'iodhydrate d'iodure de choline.

La réaction traduit bien l'existence d'un ferment des leucocytes comme le prouve la destruction au départ de ce ferment par le chauffage 30 minutes à 56°-60°. Ce ferment hydrolyse la lécithine comme la soude à chaud et l'apparition des cristaux de Florence prouve que cette hydrolyse a libéré la choline.

3. *Résultats.* — 1° Les leucocytes du sang et des suppurations aiguës ont la propriété de sécréter un ferment qui, en milieu faiblement alcalin, hydrolyse la lécithine.

2° Pour que l'expérience soit démonstrative il faut qu'elle soit prolongée pendant 10 jours et soit pratiquée avec une masse globale d'au moins 2 à 4 millions de leucocytes pour 1^{cm^3} de lécithine au $\frac{1}{100}$.

3° Ce ferment est détruit par un chauffage à 56°-60° pendant 30 minutes.

4° Ce ferment n'agit pas dans les solutions fortement alcalines ou acides.

5° La présence de formol entrave considérablement son action.

6° Les globules rouges en grande quantité exercent une action empêchante. Il semble qu'il en soit de même pour le sérum normal.

7° Nous avons dépisté ce ferment dans les leucocytes normaux du sang de l'homme, du chien et du chat, dans les leucocytes des suppurations aiguës aseptiques de l'homme (abcès provoqué) et septiques (pus d'abcès chaud de différentes origines).

8° Ce ferment existe certainement dans les polynucléaires comme le prouvent les expériences faites avec des suppurations aiguës exclusivement à polynucléaires. Il semble absent chez les lymphocytes de certains épanchements chroniques (pleurésie). Mais des études que nous continuons sont encore nécessaires pour fixer les propriétés des espèces leucocytaires.

9° La thermolabilité de cette lipoïdase semble la distinguer de la lipase leucocytaire, beaucoup plus thermostabile.

MÉDECINE. — *La vaccinothérapie de l'entérococcie.* Note [1] de MM. **Em. Thiercelin** et **C. Cépède**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'entérococcie, affection à tableaux cliniques extrêmement variables, est due à l'entérocoque protéiforme, microbe saprophyte devenant pathogène. Les *manifestations localisées* de l'entérococcie : plaies de guerre (Wright), conjonctivites, pharyngites, otites, laryngites, broncho-pneumonies, pleurésies, pleuropéricardites, endocardites, arthrites, méningites, hépatites, péritonites, entérites, appendicites, embarras gastriques, dermatoses, etc. peuvent se compliquer de septicémie consécutive (entérococcémie). Celle-ci

---

(1) Séance du 12 novembre 1917.

peut se produire d'emblée (*entérococcémie primitive*) et avoir une gravité très variable : parfois, les symptômes en sont peu accusés : infection d'origine gastro-intestinale (inappétence, constipation, diarrhée, très légère fièvre vespérale). D'autres fois, les symptômes sont intenses; la maladie, très grave, se termine souvent par la mort (forte fièvre à type continu, rémittent, intermittent ou extraordinairement irrégulier); l'entérococcie simule alors la fièvre typhoïde, la tuberculose aiguë, le paludisme ou la fièvre de Malte. L'*infection* peut être *endogène*, due à l'exaltation de la virulence de l'entérocoque saprophyte du malade (grippe); elle peut être *exogène* (plaies de guerre : Wright; infections alimentaires : Sacquépée).

Diagnostic. — L'entérococcémie primitive est définie par l'*hémoculture*. L'entérocoque s'observe dans le sang à l'examen direct, mais surtout après culture de 24 à 48 heures en bouillon peptoné. L'examen des urines (*bactériuroscopie*) peut faciliter le diagnostic.

Thiercelin a montré que dans toutes les entérococcies, même les plus bénignes, l'organisme se débarrasse de l'entérocoque par de vraies décharges rénales.

Toxines. — Les entérotoxines sont thermostabiles (Thiercelin, Jouhaud, Sacquépée, Rosenthal, etc.). L'entérocoque résiste étonnamment aux antiseptiques; aussi, la chimiothérapie de l'entérococcie est-elle excessivement délicate. Des guérisons spontanées nous ont fait induire que l'entérococcie est justifiable de la vaccinothérapie et que nous pouvons, par elle, armer le clinicien.

Vaccin. — L'emploi de l'éther, qui a permis à Vincent une fabrication très simple des vaccins antityphique, antiparatyphique et anticholérique, n'a pu être adopté. L'entérocoque résiste à cet antiseptique après une action prolongée. Nous avons recouru à la chaleur. L'entérocoque n'est tué qu'au delà de 80°C. La toxine vaccinante étant thermostabile, nous avons porté nos microbes à 105°, bien que l'ébullition suffise à stériliser nos cultures.

Le vaccin est préparé par ensemencement sur gélose-bouillon, à 37°, pendant 48 heures. Un lavage élimine l'exotoxine athrepsiante. Les colonies sont émulsionnées dans du sérum physiologique. Après numération, l'émulsion, riche de 100 à 500 millions par centimètre cube, suivant les cas traités, est autoclavée à 105° pendant une demi-heure.

Administration du vaccin. — L'administration buccale du vaccin est jusqu'ici la règle générale. Ce procédé est employé avec succès depuis des années par le Dr L. Fournier dans la vaccinothérapie de la typhoïde et de la staphylococcie. La dose quotidienne est de 100^{cm^3} pour l'adulte, de 50^{cm^3} pour l'enfant, en deux prises une heure avant les deux grands repas.

La vaccinothérapie par voie buccale est très bien acceptée, efficace, comme le montrent nos guérisons, sans réaction appréciable et toujours sans danger. Nous l'avons expérimentée sur nous-mêmes. Nous administrons le vaccin, depuis quelque temps, par la voie hypodermique.

Depuis plus d'un an, notre vaccin est prescrit à un très grand nombre de malades, soit à l'hôpital, soit en ville.

Vaccinothérapie. — Les résultats de notre vaccinothérapie sont tous très appréciables et quelques-uns même très remarquables. Voici quelques cas typiques.

1° *Entérococcies locales.* — Soldat, plusieurs mois de front, blessé, atteint d'entérite muco-membraneuse à selles sanguinolentes, maigrit très vite, s'anémie; état fébrile persistant, à type irrégulier. Son urine est chargée d'entérocoques. L'absorption de 20^{cm^3} de notre vaccin fort fait tomber la fièvre de 39°, 2 à 37°, avec suppression des symptômes intestinaux; euphorie très nette.

2° *Entérococcémie légère.* — Jeune femme (30 ans), cachectisation lente (plusieurs années), fièvre vespérale faible, grippes répétées, anémie, etc. Toutes les médications furent stériles. L'urine est très riche en entérocoques. Sous l'effet du vaccin : température normale, disparition de l'anémie, euphorie, suppression de l'amaigrissement; accroissement : en 8 jours $1^{kg},800$, en 13 jours 2^{kg}, en 27 jours $2^{kg},600$. — Le mari de la précédente (35 ans), symptômes analogues. Par notre vaccinothérapie, amélioration immédiate, augmentation de poids : 700^{g} en 15 jours, euphorie. — Jeune femme (34 ans), professeur; entérococcémie légère et chronique : rate hypertrophiée, amaigrissement 7^{kg} en 8 mois, malgré les vacances (2 mois). Au vaccin : en période de travail, elle prend 800^{g} en 15 jours; l'anémie s'amende; euphorie.

3° *Entérococcémie grave.* — Jeune fille (14 ans), symptômes simulant la tuberculose à forme rapide. Bactériuroscopie, hématoscopie, hémoculture : *entérocoque.*

Vaccinothérapie : Atténuation rapide des symptômes. Pronostic restant grave.... Progrès très sensibles : augmentation d'appétit, état fébrile permanent, irrégulier; poussées intermittentes (40,2; 40,4; 40,1). La fièvre s'atténue. Amélioration de l'état général. Départ pour la campagne où se continue notre médication pendant quelques jours. Convalescence brillante : 3 mois et demi après l'état le plus grave (20 juin), la malade passe de 36^{kg},600 à 46^{kg} gagnant 9^{kg},400. Cette augmentation de poids se continue avec admirable euphorie après cessation de la vaccinothérapie.

Vaccin polyvalent : Préparé en *stock-vaccin* en cultivant plusieurs races d'entérocoque protéiforme. — Autovaccin : Préparé avec le microbe du malade prélevé 48 heures avant l'emploi. En cas d'urgence, ce délai peut être extrêmement raccourci, l'entérocoque donnant de belles cultures en quelques heures.

Entérococcémie secondaire. — Elle s'installe à la suite d'infections primaires dues au colibacille, au bacille d'Éberth, aux paratyphiques, etc. Nous étudions toute une série de *vaccins mixtes* dans lesquels nous associons l'entérocoque à ces divers agents d'infection primaire.

Dans la tuberculose compliquée d'entérococcie traitée par notre vaccin, le poids du malade a augmenté, l'appétit est revenu et, à l'examen microscopique des crachats, la flore entérococcique associée a diminué considérablement et la réduction du nombre des bacilles de Koch est frappante.

Nous avons administré notre vaccin à un grand nombre de tuberculeux. Les résultats obtenus sont des plus encourageants.

A 16 heures et quart l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de septembre 1917.

L'essor des industries chimiques en France. Ressources et avenir de ces industries. Industries chimiques étrangères, par Eugène Grandmongin. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1917; 1 vol. in-8°.

Leishmanioses. Kala-Azar. Bouton d'Orient. Leishmaniose américaine, par A. Laveran, membre de l'Institut. Paris, Masson, 1917; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Deuxième expédition antarctique française (1908-1910) *commandée par le Dr Jean Charcot.* Documents scientifiques : *Spongiaires*, par E. Topsent; *Mollusques amphineures et gastéropodes*, par A. Vayssière; *Crustacés schizopodes et décapodes*, par M. Coutière; *Cumacées*, par W.-J. Calman; *Acariens*, par A. Berlese; *Minéralogie-géologie*, par E. Gourdon. Paris, Masson, 1917; 1 vol. in-4°.

Ministère de l'Instruction publique. *Annales du Bureau central météorologique de France*, publiées par A. Angot. *Année* 1911 : *Mémoires*. Paris, Gauthier-Villars, 1916; 1 vol. in-4°.

Comité royal thalassographique italien. Mémoire XXI : *Les buts et l'activité du comité royal thalassographique italien*, par Giovanni Magrini. Venezia, Carlo Ferrari, 1916; 1 fasc. in-4°.

Results of researches on the electrodynamic wawe-theory of physical forces : bulletin n° 2 : *Discovery of the physical cause of magnetism*, by T. J. J. See; bulletin n° 3 : *Discoveries in cosmical magnetism*, by T. J. J. See. Lynn, Massachusetts, U. S. A., Thos. P. Nichols, 1917; 2 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 NOVEMBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur le développement, en fraction continue de Stephen Smith, des irrationnelles quadratiques.* Note de M. G. HUMBERT.

9. Cette Note fait suite à celle du précédent *Compte rendu* (¹).

Reprenons le Tableau des périodes normales, dans les développements de Smith des irrationnelles *associées*, ω, ω', ... dont la première est racine positive de la forme (a, b, c), de déterminant D :

$$(\mathrm{T}) \qquad \left\{ \begin{array}{llll} 2a_1^{\varepsilon_1} & 2a_2^{\varepsilon_2} & \ldots & 2a_n^{\varepsilon_n}, \\ 2a_1'^{\varepsilon_1'} & 2a_2'^{\varepsilon_2'} & \ldots & 2a_{n'}'^{\varepsilon_{n'}'}, \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots \end{array} \right.$$

Le nombre des lignes de (T) est 3, 2 ou 1.

D'autre part, ω, ω', ..., qui sont modulairement équivalents, donnent lieu, si on les développe en fraction continue ordinaire, à une même période normale, que nous appellerons *période ordinaire* : ce sera la période minima si celle-ci a un nombre pair de termes, ou cette période répétée deux fois, dans le cas contraire.

Soient ainsi

$$A_1, \quad A_2, \quad \ldots, \quad A_\nu, \quad (\nu \text{ pair})$$

les quotients incomplets (positifs) de la période ordinaire de ω.

10. *Formules relatives aux* A_i. — En premier lieu, il résulte aisément de

---

(¹) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 689.
A la page 693, ligne 8 en remontant, *au lieu de :* Σ_1, *lire :* $\Sigma 1$.

la Note précédente qu'on a

$$(4) \qquad \nu = N(+),$$

$N(+)$ et $N(-)$ désignant toujours les nombres des ε_i, ε'_i, ..., égaux respectivement à $+1$ et -1 dans (T).

Ensuite, j'ai établi [1] que la somme, ΣA_i, des A_i, est égale au nombre des formes (α, β, γ), équivalentes à (a, b, c), et dont la demi-circonférence représentative coupe, dans le demi-plan, les deux droites $x = 0$ et $x = 1$.

Or, pour une telle forme (α, β, γ), deux cas sont possibles :

1° La demi-circonférence de (α, β, γ) coupe $x = -1$: alors (α, β, γ) est une réduite ou semi-réduite *secondaire* (mod 2), équivalente à (a, b, c), donc appartenant à une des sous-classes C', en lesquelles se partage, relativement au groupe Γ, la classe ordinaire C, déterminée par (a, b, c). Le nombre des (α, β, γ) correspondantes est donc, en vertu de la dernière Note, égal à $\Sigma(a_i - 1)$, la somme portant sur les $2a_i$, $2a'_i$, ... du Tableau (T).

2° La demi-circonférence de (α, β, γ) coupe Ox entre les points d'abscisses -1 et 0 : alors (α, β, γ) est ce que, dans la dernière Note, j'ai appelé une R_1; et (*ibid.*) ces (α, β, γ) sont en nombre $N(+)$.

De là, résulte immédiatement la formule

$$(5) \qquad \Sigma A_i = \Sigma(a_i - 1) + N(+),$$

qui, en vertu de (4), s'écrit

$$(6) \qquad \Sigma(A_i - 1) = \Sigma(a_i - 1).$$

En combinant (5) et (6) avec les formules (2) et (3) de la Note précédente, on trouve

$$(7) \qquad \Sigma A_i = N(-),$$

$$(8) \qquad \Sigma A_i = \frac{1}{2} \Sigma a_i.$$

Ce sont là des relations intéressantes entre les A_i et les éléments du Tableau (T), c'est-à-dire entre la *période ordinaire* de ω et les *périodes normales* de ω et de ses associées, dans leurs *développements de Smith*.

11. *Formation des* A_i *à partir de* (T). — On peut aller plus loin et déduire *individuellement* les A_i des éléments du Tableau (T).

---

[1] *Journ. de Math.*, 7e série, t. 2, p. 126.

Supposons, en effet, ce qui ne diminue pas la généralité, qu'on ait choisi les ω, ω', ..., de manière que leurs développements de Smith soient simplement périodiques; on peut même avoir choisi ω [c'est-à-dire la forme (a, b, c) *dans sa classe* C], de manière que son développement en fraction continue ordinaire soit simplement périodique, ce qui entraîne la même propriété pour le développement de Smith.

Considérons maintenant une des lignes de (T) où l'un des ε soit $+1$; supposons, par exemple, que ce soit la première, et que $\varepsilon_h = +1$. La période normale de ω est ainsi

$$2a_1^{\varepsilon_1}\ 2a_2^{\varepsilon_2}\ \ldots\ 2a_h^{\varepsilon_h}\ 2a_{h+1}^{\varepsilon_{h+1}}\ \ldots\ 2a_n^{\varepsilon_n}, \qquad (\varepsilon_h = 1).$$

Posons

$$\omega_h = 2a_{h+1} + \cfrac{\varepsilon_{h+1}}{2a_{h+2} + \ldots + \cfrac{\varepsilon_{n-1}}{2a_n + \cfrac{\varepsilon_n}{2a_1 + \ldots + \cfrac{\varepsilon_{h-1}}{2a_h + \cfrac{\varepsilon_h}{2a_{h+1} + \ldots}}}}}$$

Cette quantité (positive) ω_h est ainsi définie par un développement de Smith simplement périodique; on en conclut de suite l'équation

$$\omega_h = \frac{p\omega_h + \varepsilon_h p'}{q\omega_h + \varepsilon_h q'},$$

$p : q$ désignant la fraction indéfinie ci-dessus, arrêtée au terme $\varepsilon_{h-1} : 2a_h$, inclusivement, et $p' : q'$ la fraction arrêtée au terme précédent. Les $p, \ldots, q'$ étant positifs et ε_h étant $+1$, on voit que ω_h est racine d'une équation $\alpha z^2 + \beta z + \gamma = 0$, où $\alpha > 0$, $\gamma < 0$, en sorte que la seconde racine est *négative*. Cette seconde racine est d'ailleurs entre -1 et $+1$ (Note précédente, n° 4), puisque le développement de ω_h est simplement périodique: il en résulte que le développement *ordinaire* de ω_h sera aussi simplement périodique. Donc, il commencera par

$$2a_{h+1} \quad \text{si} \quad \varepsilon_{h+1} = +1$$

et par

$$2a_{h+1} - 1 \quad \text{si} \quad \varepsilon_{h+1} = -1.$$

D'autre part, ω_h est un des quotients *complets* du développement de Smith pour ω; donc, évidemment, $\pm\omega_h$ équivaut modulairement à ω : le développement en fraction continue ordinaire de ω_h a donc la même période que celui de ω; et, puisqu'on connaît le premier terme de la période de ω_h (à savoir $2a_{h+1}$ ou $2a_{h+1} - 1$), on connaît, par là même, un des A_i.

Le même raisonnement s'applique à toute autre ligne de (T), dans laquelle figure un signe $+$, et fournit aussi un terme A_i, puisque ω', ... donnent lieu à *la même période ordinaire* que ω.

De là la *règle* suivante :

Soit, dans la période normale de Smith pour ω *ou pour l'un de ses associés, un signe* $+$, *suivi du terme* $2m$, *suivi lui-même de* η, $(\eta = \pm 1)$,

$$\ldots {}^{+}2m^{\eta}\ldots.$$

Il y a, dans la période ordinaire de ω, *un terme* A_i *égal à* $2m + \frac{\eta - 1}{2}$.

La réciproque s'établit de même, c'est-à-dire que, par cette règle, on obtient *tous* les A_i.

D'ailleurs, le nombre des A_i que donne la règle est égal à celui des signes $+$ dans (T), donc à $N(+)$, qui est aussi, on le sait, le nombre effectif des A_i.

On saura donc, en partant du Tableau (T), former les A_i.

12. Une proposition du même genre se déduit immédiatement de la précédente. Si, en effet, on substitue à ω, ω', ... les irrationnelles conjuguées, celles-ci forment encore un groupe de nombres associés; d'autre part, les périodes normales qui leur correspondent sont celles de (T) retournées; de même il faut retourner la période ordinaire (celle des A_i), et, par suite :

Soit, dans la période normale de Smith pour ω *ou pour l'un de ses associés, un signe* $+$, *précédé du terme* $2h$, *précédé lui-même de* ε, $(\varepsilon = \pm 1)$,

$$\ldots {}^{\varepsilon}2h^{+}\ldots.$$

Il y a, dans la période ordinaire de ω, *un terme* A_i *égal à* $2h + \frac{\varepsilon - 1}{2}$. Et tous les A_i s'obtiennent ainsi.

13. Les règles des n°s 11 et 12 expliquent la fréquence des quotients incomplets 1 et 2 dans les périodes des fractions continues ordinaires qui représentent les irrationnelles quadratiques : en effet, (T) contient nécessairement des termes, $2a_i$, égaux à 2 (Note précédente), et il suffit que, dans sa ligne, un de ces termes soit *précédé ou suivi d'un signe* $+$, pour qu'il y ait, parmi les A_i, un terme 2 ou 1.

14. *Exemples.* — Observons d'une manière générale que, si ω a un seul associé, on pourra prendre pour celui-ci $\omega' = \omega + 1$; s'il en a deux, outre ω', on prendra $\omega'' = \frac{\omega - 1}{\omega}$.

Premier exemple. — $(a, b, c) = (1, -3, -6)$; ordre propre; $D = 15$; dans $t_0^2 - 15 u_0^2 = 1$, on a u_0 impair ($u_0 = 1$); donc ω, ou $3 + \sqrt{15}$, n'a que l'associé $\omega' = 4 + \sqrt{15}$.

La période ordinaire, pour ω et ω', est 6, 1; les périodes normales de Smith sont respectivement

$$6^+ 2^- 2^- 2^- 2^- 2^- 2^- 2^+ \quad \text{et} \quad 8^-.$$

On vérifie de suite (2), (3), (6), (7), (8), car

$$N(+) = 2, \quad N(-) = 7, \quad \Sigma a_i = 14, \quad \Sigma(a_i - 1) = 5, \quad \Sigma(a_i - 2) = -4,$$
$$\Sigma A_i = 7, \quad \Sigma(A_i - 1) = 5.$$

Pour la formation individuelle des A_i, par la règle du n° 11, la première période de Smith donne les nombres 1 et 6, car le dernier terme 2^+ doit être considéré comme suivi du premier, 6^+; la seconde période ne donne rien puisqu'elle ne renferme pas de signe +. On a bien trouvé ainsi les termes, 1 et 6, de la période ordinaire.

Deuxième exemple. — $(a, b, c) = (1, -4, +3)$; ordre propre, $D = 13$; u_0 pair, d'après les Tables; donc $\omega = 4 + \sqrt{13}$ a deux associés, $\omega' = 3 + \sqrt{13}$; $\omega'' = \frac{-1 + \sqrt{13}}{3}$, qui équivaut, dans Γ, à $\frac{5 + \sqrt{13}}{3}$. La période ordinaire est 6, 1, 1, 1, 1, 6, 1, 1, 1, 1 (période minima doublée); les périodes normales, pour ω, ω', ω'', sont respectivement

$$8^- 2^+ 2^- 8^- 2^+ 2^-; \ldots \quad \text{(période minima doublée)},$$
$$6^+ 2^- 2^+ 2^- 2^- 2^- 2^- 2 \quad 2^- 2^+ 2^- 2^+;$$
$$2^+ 2^- 2^- 2^- 2^- 2^- 2^- 2^+ 2^- 2^+ 6^+ 2^-;$$

qui est la même que la précédente, à une permutation circulaire près; cela tient ici à ce que (a, b, c) équivaut à $-(a, b, c)$.

On vérifie encore les relations (2), ..., (8); par exemple on a bien

$$2 \Sigma A_i = \Sigma a_i, \qquad \text{ou} \qquad 2.20 = 12 + 14 + 14; \text{ etc.}$$

De même, par la Règle du n° 12, la première période de Smith donne, pour les A_i, les termes 1, 1; la seconde, 6, 1, 1, 1; la troisième 1, 1, 1, 6; d'où l'ensemble exact des A_i.

Troisième exemple. — $(a, b, c) = (2, -5, -6)$; ordre impropre $D = 37$; dans la solution minimum de $t^2 - 37u^2 = 4$, u_1 est pair ($u_1 = 24$), et ω a *deux* associés

$$\omega = \frac{5 + \sqrt{37}}{2}, \qquad \omega' = \omega + 1 = \frac{7 + \sqrt{37}}{2}, \qquad \omega'' = \frac{-1}{\omega'} + 3 = \frac{11 + \sqrt{37}}{6}.$$

La période ordinaire de ω est 5, 1, 1, 5, 1, 1 (période *minima* doublée); les périodes normales de Smith sont respectivement, pour ω, ω', ω'',

$$6^- \; 2^+ \; 6^- \; 2^+$$
$$6^+ \; 2^- \; 6^+ \; 2^-$$
$$2^+ \; 2^- \; 2^- \; 2 \; 2^- \; 2^- \; 2^+ \; 2^- \; 2^- \; 2^- \; 2^- \; 2^-;$$

on a également doublé les périodes *minima*, qui présentaient chacune un nombre impair de $-$; d'ailleurs, on devait le faire *a priori*, puisque $t^2 - 37u^2 = -1$ est soluble en nombres entiers (n° 3).

Toutes les vérifications se font encore ici.

Quatrième exemple. — $(a, b, c) = (2, -1, -2)$; ordre impropre; $D = 5$; u_1 est impair ($t^2 - 5u^2 = 4$ donne en effet $u_1 = 1$, $t_1 = 3$); donc $\omega = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$ n'a pas d'associé.

La période ordinaire de ω est 1, 1; la période normale de Smith est $2^- \; 2^+ \; 2^- \; 2^+$. Elle conduit bien aux termes 1 et 1 pour la période ordinaire.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *La fabrication des briques de silice.* Note de MM. H. Le Chatelier et B. Bogitch.

Au cours d'études antérieures, nous avons cherché à définir par des mesures précises quelques-uns des facteurs qui entrent en jeu dans la fabrication et l'emploi des briques de silice pour fours d'aciéries. Nous avons fait connaître les conditions de transformation des différentes variétés de silice l'une dans l'autre (*Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 948) et la variation de résistance mécanique des briques de silice en fonction de la température (*Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 218). Nous nous proposons d'étudier aujourd'hui un facteur non moins important de la qualité de ces produits : la constitution physique et chimique de la pâte soumise à la cuisson.

Rappelons d'abord les règles généralement admises pour la fabrication

de ces briques. On emploie des quartz ne renfermant pas plus de 3 pour 100 d'oxydes basiques (fer, alumine et alcalis), additionnés de 2 pour 100 de chaux éteinte, de façon à obtenir finalement une brique ne renfermant pas plus de 5 pour 100 d'impuretés. Au delà de ce chiffre, la brique deviendrait trop fusible pour être employée dans les fours d'aciéries, où elle doit supporter couramment une température de 1700°.

Nous étudierons successivement :

1° La composition granulométrique du mélange;
2° L'état chimique de la silice;
3° La nature des oxydes fondants employés comme liants.

Composition granulométrique. — C'est un usage général de faire entrer dans la composition de la pâte une certaine proportion de gros grains, atteignant parfois jusqu'à 10^{mm}. Cette pratique, d'origine purement empirique, a en fait pour objet d'empêcher la propagation des fentes qui tendent à s'amorcer pendant la cuisson et se propageraient trop facilement dans une pâte à grains fins et homogène. Il faut, pour les arrêter, des obstacles disséminés dans la masse. Ces gros grains jouent le même rôle que les trous que l'on perce dans les vitres pour arrêter le développement accidentel d'une fente. Par contre, le gonflement, qui accompagne la transformation du quartz en silice à faible densité, tend à provoquer des fentes d'autant plus facilement, que les grains sont plus gros. Il y a donc un juste milieu à garder; la dimension de 5^{mm} semble dans tous les cas suffisante.

Il est indispensable d'autre part d'avoir dans la pâte une forte proportion de quartz impalpable. C'est là une condition trop souvent méconnue. Nous avons été conduits à cette conclusion, il y a déjà plus d'un an, au cours d'études entreprises par l'un de nous, en collaboration avec M. Bied, ingénieur aux usines du Teil. Nous avons signalé ce résultat dans notre dernière étude sur les propriétés réfractaires de la silice (*Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 222). Nous disions : « La recristallisation de la silice sera d'autant plus rapide, toutes choses égales d'ailleurs, qu'il y aura dans le mélange soumis à la cuisson plus de quartz fin et même très fin. »

Donnons d'abord les raisons théoriques qui ont été le point de départ de nos expériences actuelles. Comme nous l'avons indiqué précédemment, la solidité à haute température des briques de silice est due à la formation d'un réseau de tridymite qui résulte de la dissolution passagère du quartz, suivie bientôt de la cristallisation de tridymite moins soluble. Le magma visqueux dans lequel se fait cette dissolution n'attaque que très lentement et sur une faible épaisseur les grains de quartz.

L'examen de lames minces découpées dans les briques montre que, dans les conditions habituelles de cuisson, cette dissolution ne se produit guère sur une épaisseur de plus de $\frac{1}{100}$ de millimètre. Les grains de moins de $0^{mm},03$ se dissoudront seuls complètement et seront les éléments les plus actifs de la formation du réseau. Les parties arrêtées par le tamis n° 200, de 4900 mailles au centimètre carré, avec ouverture de mailles de $0^{mm},05$, resteraient à peu près inactives. Il est d'ailleurs nécessaire que dès la première cuisson de la brique, vers 1400°, ce réseau soit déjà très développé, car aux températures plus élevées des fours à aciers, voisines de 1700°, il se dissoudra partiellement dans le magma en raison de la solubilité croissante de la silice avec la température. Si, par exemple, ce réseau ne représente que 10 pour 100 de la quantité totale de silice, les 2 pour 100 de chaux ajoutée feront 20 pour 100 de son poids et suffiront pour le faire fondre complètement. Les gros grains de silice nageront alors dans un verre plus ou moins liquide et la brique aura perdu toute solidité, elle s'écoulera tout entière sous son propre poids, en formant une matière granuleuse semi-plastique. C'est là un accident qui s'observe parfois dans la voûte des fours d'aciéries, quand la proportion de fin employée dans la fabrication des briques a été insuffisante.

Si ce raisonnement suffit pour établir la nécessité de l'impalpable, des expériences directes étaient indispensables pour en fixer la proportion convenable. Nous avons préparé au laboratoire de petites briquettes, en prenant comme impalpables des *slimes* de mines d'or débarrassées de la majeure partie de leurs impuretés par un lavage à l'acide et, comme grains plus gros, un quartzite de facile transformation par la chaleur, écrasé par un concasseur à mâchoires de laboratoire. Le produit était passé à travers un tamis de quatre mailles au centimètre carré, de telle sorte que les plus gros grains pouvaient avoir 4^{mm} de côté. On y laissait toutes les grosseurs plus fines produites en même temps par le concassage, jusqu'à une petite quantité d'impalpable qui venait s'ajouter aux slimes. L'addition de chaux a été de 2 pour 100 et le moulage effectué à la main. La cuisson a été faite dans un four industriel, cuisant la brique de silice en 5 jours et arrêtant le feu sur la montre 19, théoriquement 1500°, en réalité à une température comprise entre 1400° et 1450°, l'écart entre le point de fusion des montres dans les cuissons lentes et leur fusion rapide dans les expériences de graduation variant de 50° à 100°.

A cette série faite avec les slimes, comme impalpable, nous avons comparé des briquettes de composition tout à fait semblables, moulées et cuites dans des conditions identiques, différant seulement des précédentes par la

substitution aux slimes de poussière de quartz assez fine, mais non impalpables, obtenue par le tamisage au tamis 100 des parties les plus fines provenant du concassage des quartzites donnant la partie grossière du mélange. Autrement dit, on a remplacé des grains de l'ordre de grandeur du $\frac{1}{100}$ de millimètre par des grains de l'ordre de grandeur du $\frac{1}{10}$ de millimètre.

Voici les résultats :

Composition des mélanges.	Gonflement linéaire pour 100.	Densité apparente.	Densité vraie.	Résistance en kilos à froid desséché.	Résistance en kilos à froid cuit.	Résistance en kilos à 1600°.
75 quartzite cru...... 25 impalpable........ 2 chaux............	5,2	1,63	2,35	15	165	30
75 quartzite cru...... 25 fin............... 2 chaux............	»	»	2,33	10	60	8
25 quartzite cru...... 75 impalpable........ 2 chaux............	3,9	1,36	2,35	9	135	10
25 quartzite cru...... 75 fin............... 2 chaux............	»	»	2,33	6	52	3

Les résistances sont exprimées en kilos par centimètre carré. Les chiffres obtenus à 1600° se rapportent à l'écrasement produit après 1 heure de chauffage à la température indiquée, le temps nécessaire pour atteindre cette température ayant été d'une demi-heure.

Ces expériences conduisent à quelques conclusions très nettes.

1° La substitution au fin, tel que peuvent les donner les meules, d'impalpable produit dans les tubes broyeurs à silex augmente considérablement la résistance mécanique des briques à la température à 1600°, c'est-à-dire l'une des qualités les plus importantes pour leur bon usage.

2° La proportion de 25 pour 100 d'impalpables donne des résultats bien supérieurs à celle de 75 pour 100. Les briquettes les plus riches en impalpables présentaient toutes des amorces de fentes.

Pour contrôler ce résultat et s'assurer de la convenance de la proportion de 25 pour 100 d'impalpables, on a refait des briquettes avec un autre quartzite d'une transformation moins facile et on les a données à cuire dans trois usines différentes, où la température de cuisson, très voisine, était comprise entre 1400° et 1450°. Les résultats ont été également satisfaisants :

Composition des mélanges.	Gonflement linéaire pour 100.	Densité apparente.	Densité vraie.	Résistance en kilos à froid.	Résistance en kilos à 1600°.
75 quartzite cru......	3,7	1,60	2,35	120	24
25 impalpable.......	4,1	1,60	2,36	150	28
2 chaux............	4,5	1,78	2,37	250	25

Dans la dernière expérience, les briquettes, au lieu d'être moulées à la main, l'avaient été sous une pression de 200^{kg} par centimètre carré. La densité apparente et la résistance à froid ont été considérablement augmentées, mais la résistance à chaud n'a pas été modifiée. C'est d'ailleurs là un fait connu : les briques fabriquées industriellement à la presse ne font pas un meilleur usage que les briques moulées à la main. C'est donc une erreur de vouloir apprécier, comme on le fait souvent, la qualité d'une brique par sa résistance à froid.

État chimique de la silice. — Le gonflement qui accompagne la transformation du quartz en silice à faible densité tend à diminuer la compacité et la solidité des briques. On pouvait supposer qu'en prenant pour les grains grossiers du mélange du quartz déjà transformé par une cuisson préalable, on améliorerait la qualité des briques. Les expériences ont été faites dans des conditions identiques à celles de la première série, à l'état près du quartz grossier. Dans toute cette étude, on s'est d'ailleurs astreint à ne jamais faire varier à la fois qu'un seul des facteurs du phénomène étudié.

Composition des mélanges.	Gonflement linéaire pour 100.	Densité apparente.	Densité vraie.	Résistance en kilos à sec.	Résistance en kilos à froid.	Résistance en kilos à 1600°.
75 quartzite cuit..... 25 impalpable....... 2 chaux...........	3,2	1,57	2,33	10	120	25
25 quartzite cuit..... 75 impalpable....... 2 chaux...........	3,0	1,35	2,34	8	180	15

Les résultats sont encore très satisfaisants, mais cependant nettement inférieurs à ceux obtenus avec le quartz cru. Il ne semble donc pas avantageux, au moins pour les quartz facilement transformables, de leur faire subir une calcination préalable à température élevée pour les transformer en silice à faible densité avant de les introduire dans la pâte de la brique.

Nature du fondant. — Si un long usage a consacré l'usage de la chaux

comme agglomérant des briques de silice, on peut concevoir la possibilité d'employer d'autres fondants. Nous avons essayé l'emploi d'argiles très fusibles, à la fois ferrugineuses et alcalines. On les a introduites à la dose de 6 pour 100, correspondant à une proportion de 2 pour 100 d'oxydes basiques : alumine, fer et potasse.

Composition des mélanges.	Gonflement. linéaire pour 100.	Densité apparente.	Densité vraie.	Résistance en kilos à sec.	Résistance en kilos à froid.	Résistance en kilos à 1600°.
25 quartzite cuit .... 75 impalpable........... 6 argile...............	5,0	1,40	2,35	9	150	9,5
25 quartzite cru......... 75 impalpable.......... 6 argile...............	5,2	1,43	2,36	9,5	160	6
25 quartzite cru......... 75 fin.................. 6 argile...............	»	»	2,34	7	55	2
75 quartzite cru......... 25 impalpable.......... 6 argile...............	5,0	1,50	2,34	19	110	16

Ces résultats sont inférieurs à ceux donnés par la chaux. Le dernier mélange donne cependant encore une belle résistance à chaud. Mais, fait très important à noter, toutes les briquettes préparées avec de l'argile fusible ne se brisent pas brusquement dans l'essai à 1600°, comme les briquettes à la chaux; elles cèdent progressivement, comme le font les briques argileuses proprement dites, en supportant cependant des pressions bien plus fortes que ces dernières.

La conclusion pratique à tirer de cette étude est que, dans l'état actuel de nos connaissances, la meilleure composition de pâte pour la préparation des briques de silice doit comporter 25 pour 100 de quartz impalpable, c'est-à-dire dont les grains soient de l'ordre de grandeur du $\frac{1}{100}$ de millimètre et 75 pour 100 de quartz grossier, dont les plus gros grains ne dépasseraient pas 5^{mm}.

La préparation de cet impalpable nécessite l'emploi du tube broyeur à galets de silex, mais semble cependant pouvoir être obtenue économiquement en partant de sables naturels très fins. Le quartz grossier semble devoir être préparé plus avantageusement avec les cylindres broyeurs qu'avec les meules, le plus souvent employées aujourd'hui, en raison de la forme lamellaire que le premier appareil donne aux grains brisés.

Dans une prochaine communication, nous étudierons les conditions de cuisson et la nécessité de coordonner la formation du réseau de tridymite avec la transformation directe des gros grains.

ZOOLOGIE. — *Sur les échanges de faune entre la mer et les eaux douces et les conséquences qu'ils entraînent au point de vue de la sexualité.* Note de M. **Edmond Perrier.**

L'opinion est généralement répandue que les eaux douces ont été peuplées par une immigration d'animaux marins; mais le retour à la mer d'animaux acclimatés dans les eaux douces parut, au premier abord, peu vraisemblable, au moins en ce qui concerne les formes animales relativement peu élevées. L'opinion de M. Roule que ce sont les Truites de rivière (*Salmo fario*) qui ont donné naissance aux formes marines connues sous le nom de *Salmo salar* et de *Salmo trutta*, contrairement à ce que pensent les zoologistes tels que Boulenger et Merk, étonnera donc probablement au premier abord. Ce retour à l'élément primitif s'est cependant produit plus d'une fois et a eu dans certains cas une importance exceptionnelle. Sans parler des grands Reptiles tels que les Plésiosaures, les Ichthyosaures de l'époque jurassique; des Mosasaures et des *Clidastes* de la période crétacée, des Tortues et des Serpents de mer actuels, ce retour s'est produit pour des formes animales inférieures et d'une remarquable façon.

La migration des formes marines peu actives dans les eaux douces entraîne des conséquences qui permettent de les reconnaître et auxquelles échappent les animaux actifs : *Les mâles disparaissent et les femelles deviennent hermaphrodites.* Leur hermaphrodisme est en général d'un type spécial : chaque individu commence par être mâle, puis devient femelle, on lui donne le nom d'*hermaphrodite protandre.* C'est ainsi que les Vers annelés d'eau douce ou terrestres (Lombriciens, Sangsues) sont hermaphrodites, tandis que les Vers annelés marins qui leur correspondent ont des sexes séparés; de même les Mollusques pulmonés tels que les Lymnées et les Physes des eaux douces, les Escargots et les Limaces qui sont terrestres, sont hermaphrodites, tandis que les sexes sont séparés chez les Gastéropodes marins. Ces faits concordent avec ce que l'on sait de la caractéristique des sexes.

Chez les animaux invertébrés les mâles sont plus petits que les femelles, dans des proportions parfois inouïes (*Chondracanthus*, *Gyge*, Bonellie, etc.); ils n'ont qu'une faible aptitude à accumuler des réserves alimentaires et les

dépensent souvent en ornements inutiles, comme le font aussi les mâles des Vertébrés; les mêmes caractères distinguent les spermatozoïdes des œufs qui ont la même origine, mais les œufs accumulent des réserves souvent très abondantes, tandis que les spermatozoïdes en sont totalement dépourvus, et la même règle s'étend aux végétaux. Il suit de là que l'existence des mâles est relativement précaire. Or quand un animal passe de la mer dans les eaux douces, il passe d'un milieu à régime constant dans un milieu à régime éminemment variable; ses conditions d'alimentation deviennent incertaines; les deux sexes sont atteints, mais les mâles, plus fragiles, cessent d'exister; les femelles résistent, mais pendant leur période de croissance elles ne peuvent alimenter suffisamment leurs éléments génitaux encore indifférents : ils évoluent donc d'abord en spermatozoïdes, et deviennent des œufs seulement quand la croissance est achevée.

Cette interprétation est corroborée par ce qui arrive pour les animaux aquatiques qui se fixent aux objets submergés, tels les Cirripèdes et les Tuniciers; chez eux aussi, l'alimentation devenant précaire, les mâles disparaissent et les femelles deviennent hermaphrodites protandres : la réalité de la disparition des mâles est attestée par leur persistance à l'état rudimentaire et, semble-t-il, accidentelle chez certaines espèces de Cirripèdes (*Scalpellum*, etc.).

Un autre exemple analogue est fourni par les Vers nématodes qui sont probablement des Arthropodes ayant subi du fait du parasitisme une dégénération permanente, analogue à la dégénération temporaire des larves d'Insectes vivant dans les fruits, dans les bois, dans les substances organiques en décomposition ou nourries par leurs parents, larves que nous désignons aussi sous le nom de *vers*. Les sexes sont séparés chez les Nématodes parasites; mais certains de ces animaux reprennent leur liberté et passent ainsi de la vie plantureuse des parasites à la vie libre où la nourriture devient pour eux aléatoire.

M. Maupas a montré que, chez ces Nématodes libres, on trouve successivement tous les passages des formes sexuées à celles où les mâles deviennent rares, où les femelles deviennent hermaphrodites protandres, les mâles subsistent, mais n'accomplissant plus leurs fonctions, et disparaissent finalement; finalement les femelles deviennent parthénogénétiques.

L'existence de telles séries conduit à conclure que l'hermaphrodisme est non pas un état primitif, mais un état acquis à la suite d'un changement défavorable à l'alimentation des conditions d'existence. Les animaux hermaphrodites qui vivent dans un milieu plantureux n'ont pu, en conséquence, l'acquérir qu'en dehors de ce milieu et l'ont ensuite gardé, ce mode de

reproduction leur étant favorable. Or il y a des parasites hermaphrodites, les Trématodes et les Cestodes; ils se rattachent naturellement aux Turbellariés dérivant eux-mêmes des Sangsues; il y a aussi des Vers hermaphrodites marins, notamment les Turbellariés que bien des affinités relient aux Trématodes, par eux aux Sangsues et originaires, par conséquent, des eaux douces. Les plus remarquables des hermaphrodites marins sont les Gastéropodes opisthobranches et les Ptéropodes. Il est établi que ceux-ci dérivent de ceux-là (Bouvier, Vayssière, Pelseneer); il est certain d'autre part que les Mollusques opisthobranches dérivent des Prosobranches; mais il n'y aurait aucune raison pour qu'ils n'eussent pas conservé la séparation des sexes s'ils en descendaient directement, si leurs ancêtres n'avaient pas, à un certain moment, subi un changement de régime, et l'on arrive à cette conclusion que les Opisthobranches dérivent, à leur tour, de Gastéropodes prosobranches qui ont émigré dans les eaux douces dont quelques-uns ont conservé la respiration branchiale (Paludines), les autres ayant donné naissance aux Mollusques pulmonés dont la Lymnée des étangs, les Escargots et les Limaces sont les types bien connus. Ces Pulmonés, contrairement aux Prosobranches marins et conformément à la règle, sont hermaphrodites.

Il devient dès lors probable que les Opisthobranches dérivent des Pulmonés et, ce qui confirme cette opinion, c'est qu'ils ont perdu la branchie des Prosobranches, ce qui n'a pu se faire qu'à la suite d'un changement de milieu respiratoire. Une branchie nouvelle s'est formée plus tard aux dépens des téguments et en arrière du cœur, tandis que la branchie primitive disparue était en avant. Les Mollusques gastropodes prosobranches marins auraient d'abord émigré vers les eaux douces ou vers la terre en devenant pulmonés; ces Pulmonés, redevenus marins, auraient produit les Opisthobranches d'abord littoraux, les *Oncidium* constituant un terme de passage. Les Opisthobranches auraient enfin quitté les rivages, pour de rampants devenir nageurs et constituer la classe des Ptéropodes.

C'est d'ailleurs de la haute mer que sont venues les deux classes principales des Mollusques, les Céphalopodes et les Gastéropodes; c'est là seulement que leurs formes primitives ont pu acquérir, sous l'action de la pesanteur, l'encombrant cône dorsal qu'il leur a fallu enrouler en spirale d'abord (*Bellerophon*), puis en hélice afin de reporter en avant, pour la maintenir à découvert (Lang), l'ouverture de la chambre branchiale d'abord postérieure comme elle l'est demeurée chez les Céphalopodes, presque tous pélagiques.

L'histoire des Gastéropodes n'est autre chose que celle des étapes

successives de ce déplacement qui a été réalisée par la contraction permanente de l'une des moitiés du corps entraînant l'avortement graduel des organes qu'elle contenait (Rémy Perrier) et le croisement en huit de la chaîne nerveuse viscérale dont M. Bouvier a suivi les transformations successives.

ZOOLOGIE. — *Sur la distribution des Crabes d'eau douce de la famille des Potamonidés.* Note de M. E.-L. **Bouvier**.

Des deux Notes que j'ai récemment consacrées ([1]) à l'étude systématique et à l'évolution des Potamonidés on peut tirer, je crois, les conclusions suivantes :

Les seules Potamonidés à distribution géographique large appartiennent aux types les plus primitifs de la famille, c'est-à-dire au genre *Potamon;* ils sont répandus exclusivement dans toutes les régions suffisamment chaudes de l'Ancien-Monde (Afrique et Indo-Australie) et représentés par les *Potamon* s. str., ou leurs descendants du sous-genre *Geothelphusa*.

Les deux groupes entre lesquels se divise la famille, *Eupotamonea* et *Parapotamonea*, sont l'un et l'autre représentés dans l'Ancien-Monde et le Nouveau, mais les formes de l'Ancien-Monde appartiennent exclusivement aux types plus ou moins primitifs de la famille, Potamoninés pour les *Eupotamonea*, Gécarcinucinés pour les *Parapotamonea*, tandis que celles du Nouveau sont exclusivement des types à évolution terminale, Trichodactylinés pour les *Eupotamonea*, Pseudothelphusinés pour les *Parapotamonea*.

Le continent africain avec ses annexes méditerranéennes et les îles avoisinantes de l'océan Indien (Madagascar, les Seychelles) est exclusivement peuplé par les *Eupotamonea* de la sous-famille des Potamoninés dont la plupart des genres ou sous-genres lui sont propres (*Potamonautes*, *Acanthothelphusa*, *Hydrothelphusa*, *Platythelphusa*, *Erimetopus*, *Deckenia*).

([1]) *Sur la classification des* Eupotamonea, *Crabes d'eau douce de la famille des Potamonidés* (*Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 613-621); *Sur la classification des* Parapotamonea... (*Ibid.*, p. 657-659). Dans la première de ces Notes, il faut remplacer *antogilensis* par *antongilensis*, et, page 620, au lieu du passage suivant : « Le genre *Hydrothelphusa* comprend lui-même trois sous-genres », lire : « Le genre *Hydrothelphusa* comprend trois autres sous-genres ».

Au contraire la région indo-australienne ne possède en propre qu'un petit nombre de Potamoninés (*Potamiscus* dans le genre *Potamon*, *Lobothelphusa*), tandis qu'elle est exclusivement la zone où vivent les *Parapotamonea* primitifs, c'est-à-dire les Gécarcinucinés.

Les *Eupotamonea* du Nouveau-Monde ou Trichodactylinés se rattachent par des liens multiples et étroits aux *Eupotamonea* du continent africain, surtout aux *Erimetopus* congolais, ils sont localisés dans l'Amérique du Sud depuis le Brésil, jusqu'au Chili vers le Sud et jusqu'au Nicaragua vers le Nord. Les *Parapotomonea* américains ou Pseudothelphusinés se rattachent d'ailleurs à ceux de la région indo-australienne (Gécarcinucinés), mais par des liens plus lâches et moins apparents; ils habitent surtout la côte pacifique et les régions centrales de l'Amérique sans dépasser l'Amazone vers le Sud, comme l'a noté M. Ortmann.

Ainsi chacune des deux subdivisions de la famille des Potamonidés présente une double distribution qui n'est pas sans analogie avec celle des Écrevisses si bien synthétisée par Huxley, mais tandis que le premier groupe de ces dernières occupe l'hémisphère nord (Astacidés vrais) et le second l'hémisphère sud (Parastacidés), chacune des deux subdivisions des Potamonidés se partage entre l'ancien et le nouveau Continent, et se subdivise à son tour pour se localiser en certains points de ces vastes régions.

Comment interpréter ces faits? Pour les Potamonidés plus que pour les autres Crustacés d'eau douce, les océans constituent des barrières infranchissables, car ces animaux ne présentent pas de formes larvaires et deviennent de petits crabes marcheurs sous l'abdomen de leur mère, tandis qu'ils peuvent se répandre sur les continents à cause de leur adaptation facile aux lieux simplement humides. Issus d'espèces marines, comme tous les Crustacés d'eau douce, ils ont certainement pris naissance dans la Thétis, c'est-à-dire dans la ceinture océanique ancienne dont la Méditerranée actuelle est l'un des restes; certainement aussi leur adaptation dulcicole était réalisée déjà aux temps miocènes, car on a trouvé des Potamons fossiles (du sous-genre *Potamonautes* suivant toute apparence) dans les dépôts miocènes d'eau douce de Sigmaringen, d'Œningen et de Castellina maritima. Mais il est difficile de fixer exactement l'étendue des aires où s'est produite leur adaptation; étant donné qu'actuellement leurs formes primitives (*Potamon*, *Geothelphusa*) sont localisées dans l'Ancien-Monde, on pourrait croire que cette adaptation s'est produite jadis dans les mêmes zones, sur les bords de la Thétis, et qu'ensuite la famille s'est

répandue en évoluant dans les terres émergées qui se trouvaient à la place occupée aujourd'hui par l'Amérique; mais il est possible aussi que l'adaptation se soit produite en tous les points continentaux anciens baignés par la Thétis et qu'ultérieurement, par la formation de barrières maritimes nouvelles, les espèces primitives du Nouveau-Monde aient évolué sur place et se soient transformées en Trichodactylinés et Pseudothelphusinés. Cette dernière hypothèse me paraît la plus rationnelle, car il est probable que les ancêtres marins des Potamonidés étaient répandus partout dans la Thétis; elle sera justifiée si l'on trouve dans les couches géologiques américaines des Potamons ou d'autres Potamonidés primitifs (¹).

Ce qui est bien certain par contre, c'est que les formes primitives de l'Ancien-Monde ont évolué sur place, les unes dans toute l'étendue de leur domaine et par des modifications légères qui ont conduit aux *Potamon* s. str. et *Geothelphusa* actuels, les autres plus profondément et indépendamment dans les deux régions qui constituent l'Ancien-Monde, c'est-à-dire dans l'Afrique et l'Indo-Australie. Il n'est pas douteux qu'à partir d'un certain moment des périodes miocène ou pliocène, la mer des Indes isola complètement ou à peu près ces deux régions, mais avec une extension occidentale moindre qu'à l'époque actuelle, car la faune potamonienne des Seychelles et de Madagascar ne diffère pas du tout de la faune africaine.

Les *Eupotamonea* d'Afrique ne ressemblent en rien aux Pseudothelphusinés d'Amérique, mais, par les *Erimetopus* et autres Acanthothelphuses, présentent pour ainsi dire tous les passages aux Trichodactylinés; même aux âges tertiaires, où le Brésil et les régions avoisinantes formaient avec l'Afrique un continent brésilo-éthiopien (*Archhelenis* de von Jhering), l'évolution de certains Potamoninés en Trichodactylinés devait vraisemblablement déjà se produire dans les régions occidentales; cette évolution est devenue totale à partir de l'époque où l'effondrement de l'Atlantide a introduit une immense barrière océanique entre l'Amérique et le continent africain.

C'est aux Gécarcinucinés, c'est-à-dire aux *Parapotamonea* indo-australiens que se rattachent évidemment les Pseudothelphusinés, mais il n'est pas possible d'établir exactement les relations de ces formes américaines avec les descendants indo-australiens de leurs ancêtres. L'histoire des révolutions

---

(¹) C. Heller a décrit et figuré sous le nom de *Geothelphusa chilensis* un représentant chilien du genre *Potamon*; mais cette espèce n'a pas été retrouvée depuis et son origine paraît justement douteuse à Mlle Rathbun.

du globe dans la région Pacifique à l'époque tertiaire reste encore dans les ténèbres, et s'il est vrai qu'alors, comme le croit von Jhering, un immense continent péninsulaire (*Pacila*) s'avançait de l'Amérique vers la région malaise, les îles aujourd'hui situées à la place de ce continent semblent complètement dépourvues de Potamonidés.

Ces Crabes abondent, par contre, depuis l'Inde et les Philippines jusqu'en Australie; ils remontent au Nord jusqu'au Japon et s'avancent au Sud-Ouest jusqu'aux Fidji, sans jamais cesser d'appartenir complètement aux types indo-australiens les plus caractéristiques. Ces lacunes zoologiques, jointes à celles de la géologie, ne permettent pas d'établir l'histoire des Pseudothelphusinés aussi nettement que celle des Trichodactylinés, mais étant données les ressemblances lointaines de ces crabes avec les Gécarcinucinés indo-australiens, on doit croire qu'ils ont été isolés de ceux-ci bien avant l'époque où l'effondrement de l'Atlantide sépara pour toujours les Trichodactylinés de leurs ancêtres africains.

Ainsi l'Amérique héberge deux sortes de Potamonides dont les origines et les affinités sont très différentes : les Trichodactylinés, qui sont des *Eupotamonea* d'origine brésilo-éthiopienne; les Pseudothelphusinés, qui se rattachent aux *Parapotamonea* indo-australiens; ces deux populations chevauchent l'une sur l'autre depuis le Nicaragua jusqu'à l'Amazone, la première débordant au Sud cette région commune, la seconde du côté du Nord jusqu'au Mexique inclusivement. C'est à tort que M. H. von Jhering, contrairement aux idées de M. Ortmann (¹), tient pour légères les dissemblances qui existent entre ces deux groupes, mais je ne crois pas que cette erreur soit de nature à modifier beaucoup son schéma de l'Archhelenis, car les Trichodactylinés ont pu se répandre vers le Nord par voie terrestre ou par des changements dans la distribution des eaux douces; par contre, il y a lieu de penser qu'il fut un temps où l'Archhelenis atteignait les nombreuses régions pacifiques de l'Amérique méridionale, où les Trichodactylinés sont très nombreux. D'autre part, il semble bien que l'Archhelenis ne s'étendait pas, comme le figure M. von Jhering, jusqu'à l'intérieur de l'Hindoustan, car la faune potamonienne de cette région du globe est absolument autre que celle de l'Afrique; aux temps tertiaires où se différencia la faune indo-australienne des Gécarcinucinés, la mer des Indes,

(¹) Voir à ce sujet : A.-E. Ortmann, *The geographical Distribution of freshwater Decapods* (*Proc. amer. philos. Soc.*, vol. 41, 1902) et H. von Jhering, *Archhelenis und Archinotis*, 1907).

dans ses régions septentrionales, devait se rapprocher beaucoup de sa configuration actuelle.

En dehors de ces observations, les schémas géographiques établis par M. von Jhering répondent fort bien à la distribution actuelle des Potamonidés et il faut, pour une part, en attribuer le mérite, comme celui qu'on trouvera peut-être dans cette Note, au travail monumental où Mlle Rathbun a décrit et figuré avec tant de soin les très nombreuses espèces comprises jusqu'alors dans la famille [1].

GÉOMÉTRIE. — *Sur les réseaux C tels que l'équation de Laplace qui y correspond soit intégrable.* Note de M. C. GUICHARD.

A tout réseau C correspond, par orthogonalité des éléments, une congruence C; une telle congruence est harmonique à une infinité de réseaux O. Il est clair que, si l'équation du réseau C est intégrable, il en est de même de celles des réseaux O que l'on obtient ainsi et inversement. Il suffit donc de partir des réseaux O qui possèdent la propriété indiquée, de prendre les congruences harmoniques, puis d'appliquer la loi d'orthogonalité des éléments. Je vais prendre successivement les six types de réseau O qui possèdent la propriété indiquée. (Voir ma Note du 18 juin.)

1° Le réseau O est pB', $-pB'$.

Les congruences harmoniques à un réseau pB' sont

$$-(p-1)\beta, \quad -(p-1)\beta' \quad \text{ou} \quad -p\beta'.$$

Les réseaux C qui leur correspondent par orthogonalité des éléments

(1) Depuis l'époque où j'ai rédigé ces lignes et publié les deux précédentes Notes, mon excellent collègue du British Museum, M. Calman, m'a fait savoir que M. Alcock, en 1910, avait consacré un opuscule à la classification des Potamonidés [A. ALCOCK, *On the classification of the Potamonidæ* (*Telphusidæ*) (*Records of the Indian Museum*, t. 5, p. 253-261)]. Je suis aux regrets d'avoir laissé échapper ce travail, qui est très nourri et fort clair, mais satisfait de voir que mes conclusions systématiques s'accordent, pour le principal, avec celles d'un carcinologiste aussi averti que M. Alcock. D'ailleurs, ayant eu sous les yeux les nombreux types de Mlle Rathbun, j'ai pu modifier nos connaissances sur les Acanthothelphuses, sur les prétendues Parathelphuses africaines, sur les Périthelphuses et les *Gecarcinucus*, ce qui a eu pour résultat de donner un intérêt tout spécial à la distribution des deux groupes de la famille. M. Alcock a établi le sous-genre *Parapotamon* pour deux Hydrothelphuses du Yunnan-Fu, dont le fouet antennaire est réduit à l'état de vestige.

appartiennent aux types

(1) $$-(p-1)A, \quad -(p-1)A', \quad -pA'.$$

De même le réseau O étant $-pB'$ les réseaux C correspondants appartiendront aux types

(2) $$(p-1)A, \quad (p-1)A', \quad pA'.$$

Les réseaux C cherchés appartiennent à la fois aux types (1) et (2); on a donc les types *possibles* suivants :

$$KA, \quad -KA; \quad KA, \quad -KA'; \quad KA, \quad -(K+1)A',$$
$$KA', \quad -KA'; \quad KA', \quad -(K+1)A'.$$

$K=p-1$ ou p; les types KA', $-(K+1)A'$ et $(K+1)A'$, $-KA'$ ne sont pas considérés comme distincts, car ils ne diffèrent que par l'échange des variables indépendantes.

2° Le réseau O est pA', $-pB$.

Les congruences harmoniques à un réseau pA' sont

$$-p\alpha', \quad -(p+1)\alpha', \quad -p\beta'.$$

Les réseaux correspondants appartiennent aux types

$$-pB', \quad -(p+1)B', \quad -pA'.$$

Les congruences harmoniques à un réseau $-pB$ sont

$$(p-1)\beta \quad \text{ou} \quad p\beta$$

auxquels correspondent des réseaux

$$(p-1)A \quad \text{ou} \quad pA.$$

D'où les types *possibles* suivants :

$$KA, \quad -KB'; \quad KA, \quad -(K+1)B'; \quad KA, \quad -(K+2)B',$$
$$KA, \quad -KA'; \quad KA, \quad -(K+1)A'.$$

3° Le réseau O est pA, $-(p+1)B$.

D'un réseau O pA on déduit des réseaux C appartenant aux types

$$-pB, \quad -(p+1)B, \quad -(p+1)B'.$$

De même ceux qu'on déduit d'un réseau O $-(p+1)B$ sont

$$pA, \quad (p+1)A.$$

D'où les types *possibles* suivants :

$$KA, \quad -(K-1)B; \quad KA, \quad -KB; \quad KA, \quad -(K+1)B,$$
$$KA, \quad -KB'; \quad KA, \quad -(K+1)B'.$$

4° Le réseau O est $pA' - (p+1)B'$.

La première propriété conduit à des réseaux C qui sont

$$-pB', \quad -(p+1)B', \quad -pA'.$$

La deuxième donne des réseaux C qui sont

$$pA, \quad pA', \quad (p+1)A'.$$

D'où les types *possibles* suivants :

$$KA, \quad -KB'; \quad KA, \quad -(K+1)B'; \quad KA, \quad -KA'; \quad KA', \quad -KA';$$
$$KA', \quad -(K+1)A'; \quad KA', \quad -(K-1)B'; \quad KA', \quad -KB'; \quad KA', \quad -(K+1)B'.$$

5° Le réseau O est $pA', -pB'$.

La première propriété conduit à des réseaux C de types

$$-pB', \quad -(p+1)B', \quad -pA';$$

la seconde, à des réseaux

$$(p-1)A, \quad (p-1)A', \quad pA'.$$

D'où les types *possibles* suivants :

$$KA, \quad -(K+1)B'; \quad KA, \quad -(K+2)B'; \quad KA, \quad -(K+1)A';$$
$$KA', \quad -KB'; \quad KA', \quad -(K+1)B'; \quad KA', \quad -(K+2)B';$$
$$KA', \quad -KA'; \quad KA', \quad -(K+1)A'.$$

6° Le réseau O est $pA, -pB$.

A la première propriété correspondent des réseaux

$$-pB, \quad -(p+1)B, \quad -(p+1)B';$$

à la deuxième, des réseaux

$$(p-1)A, \quad pA.$$

D'où les types *possibles* suivants :

$$KA, \quad -KB; \quad KA, \quad -(K+1)B; \quad KA, \quad -(K+2)B;$$
$$KA, \quad -(K+1)B'; \quad KA, \quad -(K+2)B'.$$

En résumé, on trouve seize types possibles qui sont :

1. $KA, \quad -(K-1)B$;
2. $KA, \quad -KB$;
3. $KA, \quad -(K+1)B$;
4. $KA, \quad -(K+2)B$;
5. $KA, \quad -(K)B'$;
6. $KA, \quad -(K+1)B'$;
7. $KA, \quad -(K+2)B'$;
8. $KA, \quad -KA'$;
9. $KA, \quad -(K+1)A'$;
10. $KA, \quad -KA$;
11. $KA', \quad -(K-1)B'$;
12. $KA', \quad -KB'$;
13. $KA', \quad -(K+1)B'$;
14. $KA', \quad -(K+2)B'$;
15. $KA', \quad -KA'$;
16. $KA', \quad -(K+1)A'$.

Remarque. — La discussion qui précède montre que tous les réseaux C appartiennent à l'un des seize types indiqués; elle ne prouve pas que *tous ces types existent*. Toutefois, je suis, dès maintenant, en mesure d'établir que tous ces types existent et de donner, sous forme explicite, l'expression des coordonnées d'un point qui décrit de pareils réseaux.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Associé étranger en remplacement de M. *Suess*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 41,

Sir Archibald Geikie obtient	. . . . . .	36 suffrages
M. Ed. Pickering	»	2 »
M. Vito Volterra	»	2 »
M. Edison	»	1 suffrage

Sir **Archibald Geikie**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le comte **de Sparre**, M. **W. Kilian** prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats à l'une des places vacantes de membre non résident.

MM. **Armagnat**, **Edme Bonneau**, **Guilleminot**, **A. Pettit**, **Francis Rathery**, **F. Gomes Teixeira**, **G. Vavon**, **C. de Watteville** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. **Paul Pelseneer** adresse, par l'intermédiaire de M. *Ch. Pérez*, des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. le **Ministre de l'Instruction publique**, au nom de M. le **Ministre des Finances**, invite l'Académie à lui désigner un de ses membres qui devra occuper, dans la *Commission de Contrôle de la circulation monétaire*, la place vacante par l'expiration des pouvoirs de M. *A. Haller*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° *Océanographie*, par J. de Schokalsky (en langue russe). (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

2° *Le devoir agricole et les blessés de guerre*, par Jules Amar. Préface de Fernand David. (Présenté par M. Tisserand.)

3° *L'enseignement de la Chimie industrielle en France, suivi d'une enquête sur l'enseignement chimique et technique*, par Eugène Grandmougin. (Présenté par M. Blondel.)

4° *Contribution à l'étude de la résistance à la marche d'un navire*, par Ch. Doyère.

5° Une série de Mémoires de M. R. Koehler sur les *Échinodermes*. (Renvoi à la Commission du prix Saintour.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Expression de la fonction de Legendre de seconde espèce*. Note de M. **Pierre Humbert**, présentée par M. Appell.

On sait que la fonction de Legendre de seconde espèce,

$$Q_n(z) = P_n(z) \int_z^{\infty} \frac{dt}{(t^2-1)[P_n(t)]^2},$$

peut être mise sous la forme suivante :

$$Q_n(z) = \frac{1}{2} P_n(z) \log \frac{z+1}{z-1} - f_{n-1}(z).$$

f_{n-1} est un polynome de degré $n-1$, que l'on a exprimé de diverses façons au moyen des polynomes de Legendre de degrés inférieurs. Nous nous proposons d'en donner une expression très simple, ne contenant que $P_n(z)$ et le polynome $B_n(z)$, de degré inférieur à n, tel que

$$A_n(z) P_n(z) + B_n(z) P'_n(z) = 1.$$

A_n étant un polynome de degré inférieur à $n-1$.

1. Entre deux polynomes B correspondant à deux polynomes de Legendre de degrés $n-1$ et $n+1$ existe la formule de récurrence suivante :

$$P_{n-1}(z) B_{n+1}(z) - P_{n+1}(z) B_{n-1}(z) - \frac{2n+1}{n(n+1)} z(1-z^2) = 0.$$

On démontrera cette formule en prouvant que le premier membre, qui est un polynome d'ordre $2n-1$, est nul pour $2n$ valeurs distinctes de z, à savoir les $n+1$ racines de $P_{n+1}(z)$ et les $n-1$ racines de $P_{n-1}(z)$. Soit, par exemple, α une racine quelconque de $P_{n+1}(z)$: on a

$$B_{n+1}(\alpha) = \frac{1}{P'_{n+1}(\alpha)}$$

et le polynome devient

$$\frac{P_{n-1}(\alpha)}{P'_{n+1}(\alpha)} - \frac{2n+1}{n(n+1)} \alpha(1-\alpha^2).$$

On constatera aisément que cette expression est nulle en se servant des formules de récurrence entre les polynomes de Legendre et leurs dérivées; et l'on opérera de façon identique pour une racine de $P_{n-1}(z)$.

Sachant alors que $P_n(1) = 1$ et $P_n(-1) = (-1)^n$, nous déduirons de cette formule que $B_n(1) = 1$ et $B_n(-1) = (-1)^{n+1}$.

2. Ceci posé, nous écrirons, la variable d'intégration étant t,

$$\frac{Q_n(z)}{P_n(z)} = \int_z^\infty \frac{A_n P_n + B_n P'_n}{P_n^2} \frac{dt}{t^2-1}$$

ou, après une intégration par parties,

$$\frac{Q_n(z)}{P_n(z)} = \frac{B_n(z)}{(z^2-1) P_n(z)} + \int_z^\infty \left[\frac{A_n + B'_n}{P_n} - \frac{2t B_n}{(t^2-1) P_n} \right] \frac{dt}{t^2-1}.$$

Par décomposition en éléments simples, les racines de $P_n(z)$ étant $a_1, \ldots, a_n$, nous pourrons écrire

$$\frac{A_n(z)+B'_n(z)}{P_n(z)} = -\frac{A'_n}{P'_n} - \frac{B_n P''_n}{P_n P'_n} = -\sum_{i=1}^{i=n} \frac{B_n(a_i)\,P''_n(a_i)}{[P'_n(a_i)]^2(z-a_i)}.$$

Or nous tirons de l'équation différentielle de Legendre la relation

$$\frac{P''_n(a_i)}{P'_n(a_i)} = -\frac{2a_i}{a_i^2-1}.$$

Nous porterons cette valeur dans la somme à calculer, et nous trouverons alors facilement l'expression de cette somme en décomposant en éléments simples la fraction rationnelle $\frac{2zB_n(z)}{(z^2-1)P_n(z)}$. Nous aurons alors, en nous servant des résultats que nous avons établis sur $B_n(1)$ et $B_n(-1)$,

$$\frac{A_n(z)+B'_n(z)}{P_n(z)} = \frac{2zB_n(z)}{(z^2-1)P_n(z)} + \frac{1}{z+1} - \frac{1}{z-1},$$

d'où, en intégrant,

$$\frac{Q_n(z)}{P_n(z)} = \frac{1}{2}\log\frac{z+1}{z-1} - \frac{z}{z^2-1} + \frac{B_n(z)}{(z^2-1)P_n(z)};$$

ce qui nous conduit enfin à l'expression très simple

$$f_{n-1}(z) = \frac{zP_n(z)-B_n(z)}{z^2-1},$$

qui est celle que nous voulions obtenir.

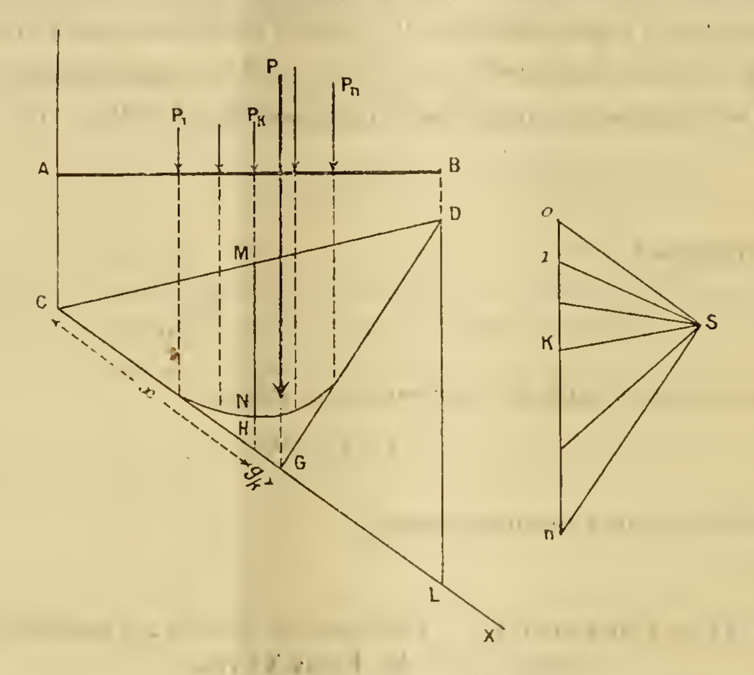
STATIQUE GRAPHIQUE. — *Théorème sur les charges roulantes.* Note (¹) de M. Félix Ventre.

En 1885 j'ai communiqué à M. Maurice Levy [qui atteste le fait dans la Préface de la deuxième édition de sa *Statique graphique* (1885) et à la page 351 de la troisième édition (1907)] un théorème nouveau sur les charges roulantes et une démonstration nouvelle du théorème de Culmann. Je présente aujourd'hui mes deux démonstrations, qui n'ont jamais été publiées et qui diffèrent essentiellement de celles qu'a données M. Maurice Levy dans la troisième édition de sa *Statique graphique*.

(¹) Séance du 12 novembre 1917.

Théorème. — *Lorsqu'un convoi parcourt, d'un mouvement continu, une poutre posée sur deux appuis, les valeurs successives du moment fléchissant sous un essieu déterminé sont représentées par les ordonnées d'une parabole, unique pour tous les essieux, quel qu'en soit le nombre, ces ordonnées étant comptées à partir de droites différentes pour les différents essieux.*

Soit un système de n charges $p_1, \ldots, p_k, \ldots, p_n$, qui se déplace d'un mouvement continu sur une poutre AB posée sur deux appuis. Le polygone des moments fléchissants, construit pour une position quelconque du système, donne comme valeur du moment qui se produit, sous un essieu déter-



miné k, portant la charge p_k, la longueur MN. Mais, si l'on observe que, dans le déplacement du système, la longueur NH reste constante, on est conduit à substituer à l'étude de la variation de MN celle de l'ordonnée MH. Il est facile de démontrer que le lieu du point M est une parabole.

Prenons pour axe des x la droite CL parallèle à SO, et pour axe des y la verticale CA du point d'appui A.

Désignons par :

a la distance SO du pôle à l'origine du polygone des forces,
P la résultante des n charges,
l la longueur CL,

g_k la distance GH, comptée sur l'axe des x, entre l'essieu K et la résultante P.

Les triangles semblables CMH et CDL donnent

$$\frac{y}{x} = \frac{\mathrm{DL}}{l}.$$

Les triangles semblables GDL et SnO donnent

$$\frac{\mathrm{DL}}{l-(g_k+x)} = \frac{\mathrm{P}}{a}.$$

D'où résulte, après élimination de DL,

$$y = \frac{\mathrm{P}}{al}[l-(g_k+x)]x,$$

équation d'une parabole.

Le paramètre de cette parabole est indépendant de la charge p_k considérée et dépend seulement de la résultante P. On conclut de cette remarque importante que les courbes qui seraient obtenues en appliquant le théorème successivement à tous les essieux du convoi, ne sont en réalité que les différentes positions d'une même parabole; il suffit dès lors, pour avoir les moments fléchissants relatifs aux différents essieux, de construire une seule parabole : celle qui passe par les points C et L et qui a pour équation

$$y = \frac{\mathrm{P}}{al}(l-x)x.$$

à la condition de compter les ordonnées à partir de droites convenablement tracées; ce qui permet, comme le constate M. Maurice Levy, de résoudre graphiquement, d'une manière simple et rapide, un très grand nombre de problèmes relatifs aux charges roulantes.

Le théorème de Culmann se déduit très simplement du théorème précédent. En effet, le maximum de l'ordonnée

$$y = \frac{\mathrm{P}}{al}[l-(g_k+x)]x$$

a lieu pour

$$l-g_k-x = x \qquad \text{ou} \qquad \frac{l}{2} = x + \frac{g_k}{2},$$

c'est-à-dire lorsque le milieu de la poutre coïncide avec le milieu de GH.

D'où le théorème connu :

Lorsqu'un convoi parcourt, d'un mouvement continu, une poutre posée sur deux appuis, le maximum du moment fléchissant, sous un essieu déterminé, se produit lorsque le milieu de la poutre est à égale distance de l'essieu considéré et du centre de gravité de l'ensemble des charges.

PALÉONTOLOGIE. — *A propos de la constitution microscopique du squelette des Stromatoporidés.* Note de M[lle] **Yvonne Dehorne**, présentée par M. Émile Haug.

Au cours des recherches que je poursuis depuis quelques années sur les Hydrozoaires fossiles et en particulier sur les Stromatoporidés, j'ai découvert quelques faits intéressants sur la nature du squelette de ces organismes.

On sait que les Stromatoporidés sont des Hydrozoaires fossiles vivant en colonies et que ces colonies, de forme et de taille variables, sont constituées par un réseau de mailles plus ou moins régulières; on admet d'une manière générale que ce squelette était primitivement calcaire. Les Hydractinidés et les Milléporidés auxquels Nicholson ([1]) les a comparés avec juste raison, possèdent, les premiers, un squelette chitineux, les seconds un squelette calcaire. Cependant *Hydractinia calcarea* Cart., du cap Palmas, a un réseau squelettique entièrement calcaire et, dans la majorité des cas, la charpente chitineuse d'*Hydractinia echinata* Flem. est fortement imprégnée de matière calcaire. J'ai pratiqué quelques sections minces dans des échantillons de cette dernière espèce, qui ont été recueillis à Roscoff par M[lle] Lucienne Dehorne. Les plages calcaires se trouvent localisées dans les assises les plus anciennes; elles sont bien mises en évidence par la couleur brune de la chitine et sont surtout bien développées dans les parties les plus épaisses du squelette; on y voit de petites fibres calcaires briller à travers les filets chitineux qui les soutiennent.

Le tissu squelettique du genre *Millepora* Lin. présente, d'après Moseley ([2]), la même constitution que celui du genre *Heliopora* Bl. et de la plupart des Anthozoaires. Il est formé par des petites lames d'une matière

---

([1]) H.-A. Nicholson, *A monograph of the British Stromatoporoids* (*The palæontographical Society*, 1886-1892).

([2]) H.-N. Moseley, *Report on certain hydroid, alcyonarian and madreporian Corals* (*Zoolog. Challenger Exped.*, Part VII, 1880).

fibro-cristalline (voir Moseley, *loc. cit.*, Pl. XIII, fig. 8), dont la composition chimique diffère peu de celle du cœnenchyme des Anthozoaires : carbonate de chaux, phosphate de chaux, matière organique et eau.

Dans le genre *Sporadopora* Mos., le cœnenchyme est constitué par des grains minuscules, très serrés, blancs et brillants, donnant au squelette un aspect saccharoïde.

La structure microscopique du tissu cœnostéal des Stromatoporidés de l'ère primaire a été bien décrite par Nicholson (*loc. cit.*); l'auteur a fait remarquer toutes les difficultés que comporte cette étude, la texture véritable étant souvent masquée par une recristallisation secondaire. Quand le squelette et le remplissage des cavités sont constitués par de la calcite, le premier ne se distingue bien de l'autre que par son aspect plus sombre, dû sans aucun doute au résidu charbonneux laissé par la matière organique. Aussi y a-t-il peu d'avantages à faire des coupes très minces. Dans d'autres échantillons moins altérés, le squelette est constitué par des grains de carbonate de chaux excessivement petits qui circonscrivent de petites plages claires, de façon à donner à la fibre un aspect nuageux ou vacuolaire très caractéristique.

Les Stromatoporidés de l'ère secondaire, qui sont moins modifiés par la fossilisation, présentent de grandes variétés de structure : chez *Stromatopora Choffati* (¹), le squelette paraît constitué par une accumulation de granules calcaires et de faisceaux de fibres courbes formant panache. Dans *Burgundia Trinorchii* Mun.-Chalm. (²), le stroma se réduit à des amas de granules calcaires de grosseur diverse, sur lesquels empiète la calcite du remplissage. La constitution microscopique des piliers radiaux et des planchers laminaires d'*Actinostromaria stellata* M.-Ch. (Cénomanien, île Madame, Charente-Inférieure) (³) diffère à peine de celle que présente le cœnenchyme des Madréporaires actuels (et en particulier de *Porites incrustans* Defr., *in* M. M. Ogilvie (⁴), p. 220, fig. 65) : autour d'une ligne sombre axiale rayonnent des faisceaux de fibres calcaires en forme

---

(¹) Yvonne Dehorne, *Sur un Stromatopore nouveau du Lusitanien de Cezimbra* (*Portugal*) (*Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 225).

(²) Yvonne Dehorne, *Sur un Stromatopore milléporoïde du Portlandien* (*Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 430).

(³) Yvonne Dehorne, *Sur un Actinostromidé du Cénomanien* (*Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 733).

(⁴) M. M. Ogilvie, *On the microscopic and systematic study of the madreporarian types of corals* (*Philos. Trans.*, B., vol. 187, 1896).

d'aiguilles; en examinant cette ligne sombre à un fort grossissement, j'ai constaté qu'elle est formée de petits grains calcaires incolores, entassés irrégulièrement les uns contre les autres et que les points d'accolement des fibres irradiantes et de ces granules sont autant de points sombres dont l'ensemble constitue précisément cette ligne noire médiane; Miss Ogilvie lui donne le nom d'*axe de calcification;* on la retrouve dans la muraille zoéciale des Bryozoaires et je lui ai reconnu une structure semblable : grains polyédriques incolores autour desquels se groupent des faisceaux de fibres cristallines ([1]).

Certains Stromatoporidés paléozoïques offrent la même particularité et Nicholson y a vu les vestiges d'un système tubulaire intrasquelettique analogue à celui des *Distichopora* Lam. actuels.

Je crois pouvoir établir que la morphologie microscopique de la paroi qui dépend étroitement du mode de fossilisation, puis des modifications ultérieures à cette fossilisation, ne peut apporter que des caractères de médiocre importance dans la diagnose d'une famille ou d'un genre. On ne peut nier que son étude comparée n'ait contribué, dans une certaine mesure, à définir certaines formes d'affinités douteuses, mais son application systématique serait fertile en erreurs : un Stromatoporidé typique, *Actinostromaria stellata*, deviendrait, par exemple, un Madréporaire.

D'autres caractères tirés de la physionomie générale du réseau squelettique sont seuls capables de donner la définition approchée des organismes fossiles qui font l'objet de mes recherches; ce sont notamment les modifications apportées dans cette charpente calcaire :

1° par l'individualisation des Zoïdes;

2° par leur mode de groupement;

3° par le processus d'accroissement de la colonie entière, qui permet de reconstituer l'aspect des surfaces hydrorhizales vivantes.

([1]) Cumings et Galloway ont montré qu'une classification des Bryozoaires *Trepostomata* en *Integrata* (ligne noire médiane présente) et en *Amalgamata* (pas de ligne noire, confluence absolue des parois zoéciales) n'avait aucune valeur parce que la présence de cette ligne est inconstante et que les menus grains calcaires qui la composent, variant en nombre et en taille, lui donnent une épaisseur différente pour chaque genre et même pour chaque espèce.

ZOOLOGIE. — *Sur la reproduction parthénogénétique de l'Otiorhynque sillonné* (Otiorhynchus sulcatus *Fabr.*). Note de M. J. **Feytaud**, présentée par M. P. Marchal.

Les exemples connus de reproduction parthénogénétique normale sont rares chez les Coléoptères. Jobert (1881) (¹), Jolicœur et Topsent (1892) (²) ont étudié un cas de ce genre chez le Gribouri (*Adoxus vitis* Fourcroy). Plus récemment, Ssilantjew (1905) (³), Wassiliew (1908) (⁴) et Grandi (1913) (⁵) ont constaté l'absence apparente des mâles et la reproduction courante par parthénogenèse, dans trois espèces d'Otiorhynques, le *turca* Bohem., le *cribricollis* Gyll. et le *ligustici* Linn.

L'*Otiorhynchus sulcatus* Fabr., bien connu en France par ses ravages sur la vigne, observé par de nombreux auteurs, était jusqu'à présent considéré comme doué d'une reproduction sexuée constante. Les différences extérieures indiquées dans les livres entre mâles et femelles (étroitesse relative des élytres et dépression légère du sternite anal chez le mâle) sont cependant assez vagues; elles ne portent pas sur des caractères essentiels et ne dépassent guère les variations qui se montrent entre les individus du même sexe femelle.

L'invasion grave qui s'est produite, au cours des dernières années, dans le vignoble de Saint-Pierre-d'Oléron (⁶), m'a permis d'observer un très grand nombre d'exemplaires de cette Otiorhynque, en pleine nature et en captivité, pendant les années 1914, 1916 et 1917. Or, parmi les milliers d'individus que j'ai examinés, et dont quelques-uns présentaient assez

---

(¹) Jobert, *Recherches pour servir à l'histoire de la génération chez les Insectes* (*Comptes rendus*, t. 93, 1881, p. 975-977).

(²) Jolicœur et Topsent, *Études sur l'Écrivain ou Gribouri* (*Adoxus vitis* Fourcr.) (*Mém. Soc. zool. de France*, t. 5, 1892).

(³) Ssilantjew, *Ueber einem sicher konstatierten Fall der Parthenogenese bei einem Käfer* (*Otiorhynchus turca* Bohem.) (*Zool. Anzeiger*, t. 29, p. 583-586).

(⁴) Wassiliew, *Ein neuer Fall von Parthenogenese in der Familie der Curculioniden* (*Zool. Anzeiger*, t. 34, p. 29-31).

(⁵) Grandi, *Un nuovo caso di partenogenesi ciclica irregolare fra i Coleotteri* (*Boll. Labor. di Zool. gen. e agraria*, Portici, t. 7, 1913).

(⁶) J. Feytaud, *L'Otiorhynque sillonné dans l'île d'Oléron* (*Bull. Soc. de Zool. agricole*, 1914, p. 7-14, 21-25, 53-55); *Sur l'invasion d'Otiorhynques de Saint-Pierre-d'Oléron* (*C. R. Acad. d'Agriculture de France*, t. 2, 1916, p. 839-843).

bien les variations extérieures indiquées comme distinctives des mâles, je n'ai trouvé absolument que des femelles.

La dissection soigneuse de plus de 3000 individus m'a permis de constater le fait avec encore plus de précision.

A défaut d'accouplements, j'avais remarqué dans mes élevages, à diverses reprises, des chevauchements, qui pouvaient être le prélude d'un acte sexuel. Les Insectes ainsi rapprochés ont été recueillis; disséqués par la suite, ils furent toujours reconnus, les uns et les autres, comme des femelles.

J'ai d'ailleurs examiné des lots d'*O. sulcatus* prélevés dans des conditions très variées d'époque, d'heure, de lieu, sans que le résultat soit modifié : jamais il ne me fut donné de mettre la main sur un seul mâle.

Deux questions s'étaient offertes à mon esprit : 1° L'existence des mâles ne serait-elle pas beaucoup plus brève que celle des femelles et limitée aux premières semaines de l'apparition des Insectes? En ce cas, j'aurais dû en trouver dans les lots recueillis tout au début de l'apparition, en mai, ce qui n'est pas; 2° les Otiorhynques de mes élevages provenant de la chasse nocturne organisée par le Syndicat de défense, je devais me demander si les mâles ne se tenaient pas à l'écart des festins nocturnes pris par les femelles sur le feuillage et s'ils ne restaient pas cachés nuit et jour sur le sol. En ce cas, l'examen des lots prélevés sous les mottes aurait dû me donner une certaine proportion de mâles, alors qu'il ne m'a fourni que des femelles, comme celui des autres lots.

Bien plus, en 1917, un groupe de 50 Otiorhynques prélevé tout au début de la saison, en mai, a pondu des œufs féconds et m'a donné de jeunes larves parfaitement viables, bien qu'un examen rétrospectif de tous les individus m'ait démontré que tous étaient des femelles. Un lot équivalent, prélevé à la même époque, avait été conservé, en vue de recherches anatomiques, après fixation au sublimé acétique et au liquide de Bouin. Pour éviter toute cause d'erreur dans le cas improbable, mais possible où les femelles de mon élevage auraient subi le contact de mâles au vignoble, pendant les quelques jours (4 ou 5 au plus) écoulés entre leur sortie du sol et leur capture, j'examinai des frottis du contenu des réceptacles séminaux du lot témoin, et je n'y trouvai pas trace de spermatozoïdes.

Les observations que j'ai faites, en 1914, 1916 et 1917, sur les lots d'*Otiorhynchus sulcatus* Fabr., recueillis à Saint-Pierre-d'Oléron et conservés en élevage au laboratoire, montrent donc que ce Coléoptère se reproduit de façon courante, sinon constante, par parthénogenèse, comme

l'*Otiorhynchus turca* Bohem., l'*O. cribricollis* Gyll. et l'*O. ligustici* Linn. Elles ajoutent aux trois espèces parthénogénétiques déjà connues une quatrième espèce, qui est d'ailleurs l'une des plus communes et l'une des plus dangereuses de la faune française.

Au point de vue pratique, le fait a une grosse importance. Tous les individus, ou presque, étant des femelles et chacun pondant plus de 150 œufs, on comprend que la multiplication annuelle est très active, si les conditions du milieu favorisent l'espèce, et que les foyers d'invasion se développent alors, en tache d'huile, avec une très grande rapidité, si l'on n'intervient pas énergiquement pour enrayer le fléau.

Il est vraisemblable que les mâles existent, mais ils sont sans doute fort rares et n'apparaissent que sporadiquement, à certaines générations.

La parthénogenèse de l'*Otiorhynchus sulcatus* Fabr. et de ses trois congénères précités doit être rattachée, au moins provisoirement, au type de la parthénogenèse cyclique irrégulière, bien que l'existence des mâles reste à préciser.

BIOLOGIE. — *Sur la précipitation de l'hydrate de fer colloïdal par le sérum humain, normal ou syphilitique* (¹). Note (²) de M. **Arthur Vernes**, présentée par M. Roux.

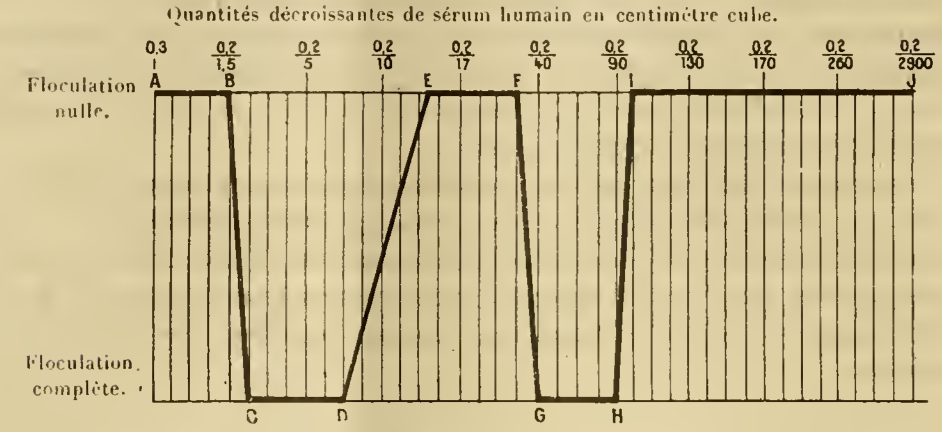
On distribue dans une série de petits tubes, 2^{cm^3} d'une suspension fine d'hydrate de fer jaune, préparée avec $0^g,225$ d'acétate ferrique pour 250^{cm^3} d'eau distilée. Dans ces petits tubes, on ajoute de gauche à droite, du sérum humain normal en quantités de plus en plus petites, mais diluées dans une solution de chlorure de sodium à 9 pour 1000, de manière que le mélange, sérum humain et eau chlorurée, forme un volume constant de $0^{cm^3},2$. Les résultats obtenus, après un séjour de 40 minutes à l'étuve à 37°, sont représentés par le graphique I.

L'action du sérum sur la suspension fine revêt un caractère périodique :

(¹) En ces dernières années on a proposé diverses méthodes sérochimiques, pour différencier le sérum syphilitique du sérum normal. (Bruck, Mac Donagh, etc.) Ces méthodes, essentiellement basées sur les modifications qualitatives et quantitatives des protéines du sérum, sont peut-être à rapprocher du procédé d'étude que nous indiquons, mais s'en distinguent en tout cas essentiellement, par le choix des moyens employés.

(²) Séance du 19 novembre 1917.

la floculation est nulle dans la zone AB qui correspond aux plus fortes doses de sérum; elle est complète de C à D et redevient nulle de E à F, pour réapparaître de G à H et disparaître à partir de I. On peut ajouter que si l'on continuait le graphique vers la gauche avec des doses supérieures aux doses maxima que nous avons employées, on verrait encore d'autres



GRAPHIQUE 1. — Suspension obtenue avec $0^{g},225$ d'acétate de fer pour 250^{cm^3}.

L'expérience comporte autant de tubes qu'il y a de lignes verticales, mais pour la netteté du graphique, on a indiqué quelques doses seulement de la progression décroissante des doses du sérum employé. La progression complète est donnée par la série des nombres suivants :

$0,3$ $0,25$ $0,2$ $0,15$ $\frac{0,2}{1,5}$ $\frac{0,2}{2}$ $\frac{0,2}{3}$ $\frac{0,2}{4}$ $\frac{0,2}{5}$ $\frac{0,2}{6}$ $\frac{0,2}{7}$ $\frac{0,2}{9}$ $\frac{0,2}{10}$ $\frac{0,2}{11}$ $\frac{0,2}{12}$ $\frac{0,2}{14}$ $\frac{0,2}{17}$
$\frac{0,2}{20}$ $\frac{0,2}{25}$ $\frac{0,2}{30}$ $\frac{0,2}{40}$ $\frac{0,2}{50}$ $\frac{0,2}{60}$ $\frac{0,2}{80}$ $\frac{0,2}{90}$ $\frac{0,2}{100}$ $\frac{0,2}{120}$ $\frac{0,2}{130}$ $\frac{0,2}{140}$ $\frac{0,2}{150}$ $\frac{0,2}{160}$ $\frac{0,2}{170}$ $\frac{0,2}{200}$ $\frac{0,2}{220}$ $\frac{0,2}{240}$
$\frac{0,2}{360}$ $\frac{0,2}{720}$ $\frac{0,2}{1440}$ $\frac{0,2}{2900}$

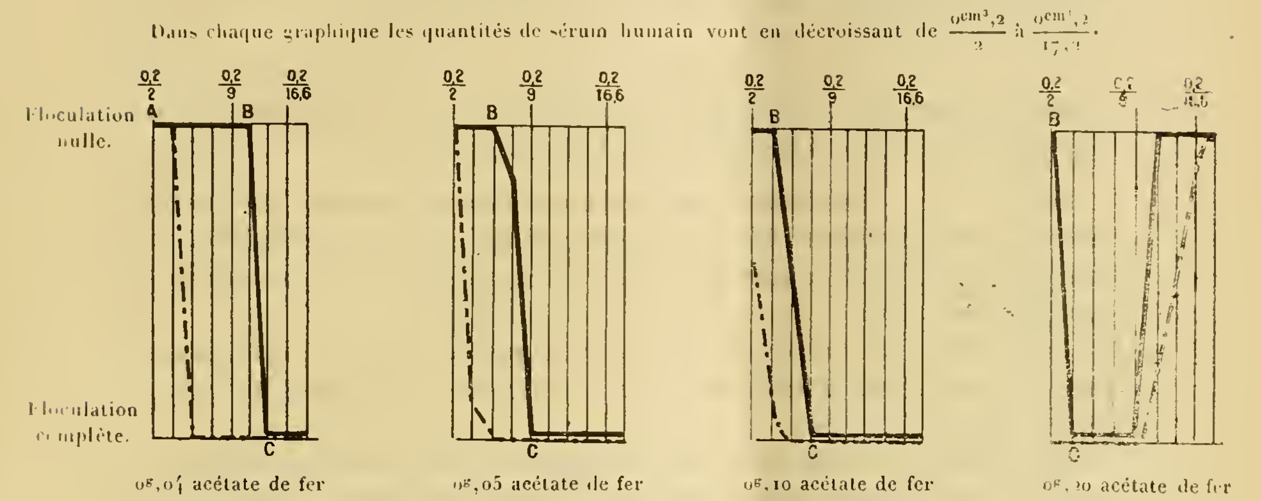
oscillations; mais l'étude de ces oscillations qui répondent à de plus grandes quantités de sérum, n'est pas nécessaire à la démonstration qui va suivre. Et même on va limiter la zone d'observation à la partie du graphique comprise entre les deux points A et F.

Une suspension d'hydrate de fer moins concentrée est préparée avec $0^{g},04$ d'acétate ferrique pour 250^{cm^3} d'eau distillée; on y ajoute, comme tout à l'heure, des quantités décroissantes de sérum allant, en centimètres cubes, de $\frac{0,2}{2}$ à $\frac{0,2}{17,6}$. On obtient le tracé du graphique II.

Si maintenant on augmente la concentration en hydrate de fer, on voit sur les graphiques III, IV et V le tracé se déplacer vers la gauche. Dans cette zone d'expérimentation et pour une même dose de sérum humain normal (tracé plein), la précipitation croît en même temps que la concentration d'hydrate de fer.

En remplaçant dans les mêmes proportions le sérum normal par du sérum syphilitique, on voit que le tracé de floculation du sérum syphilitique (tracé pointillé des graphiques II, III, IV et V) est nettement reporté à gauche et que, quel que soit le degré de concentration de la suspension de

Dans chaque graphique les quantités de sérum humain vont en décroissant de $\frac{0^{cm^3},2}{2}$ à $\frac{0^{cm^3},2}{16,6}$.



Les suspensions ont été obtenues en partant des doses d'acétate ferrique indiquées ci-dessus (pour 250^{cm^3}).

fer colloïdal, une différence entre le sérum syphilitique et le sérum normal se manifeste par un écart de stabilité; le sérum syphilitique, à dose égale, dans la zone où nous l'observons, semble plus précipitant. Il est visible que le choix des dilutions permettra de régler l'expérience de manière à produire la floculation avec le sérum syphilitique sans l'obtenir avec le sérum normal.

Réglage de l'expérience. — *Préparation de la suspension hydro-acéto-ferrique colloïdale.* — On broie au mortier l'acétate ferrique pur ($0^g,04$ ou $0^g,05$ ou $0^g,1$, etc.), suivant les doses indiquées sur les graphiques, avec une petite quantité d'eau distillée. On décante. On remet quelques centimètres cubes d'eau distillée, on broie, on décante, et ainsi de suite une dizaine de fois, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de poudre au fond du mortier et que tout l'acétate ferrique soit passé en suspension. On porte le volume de celle-ci à 250^{cm^3} en y ajoutant de l'eau distillée.

On porte à l'ébullition la suspension d'acétate ferrique dans une capsule de porcelaine. On laisse bouillir 20 minutes à grand feu en maintenant le niveau du liquide par des additions successives d'eau distillée. L'odeur de l'acide acétique n'est plus sensible. On laisse refroidir et l'on ramène exactement à 250^{cm^3} avec de l'eau distillée. On a un liquide ocre jaune et opalescent.

Cette préparation est délicate et, en partant d'un même poids d'acétate, on obtient des suspensions un peu différentes les unes des autres. Il s'agit ici d'un phénomène général : la difficulté de reproduire des suspensions colloïdales d'état identique.

Ces variations, d'ailleurs, n'empêchent aucunement le phénomène qui vient d'être décrit; elles peuvent seulement le déplacer un peu vers la droite ou vers la gauche du graphique; il reste donc nécessaire de ne pas trop limiter le champ d'observation, c'est-à-dire de ne pas trop restreindre le nombre des doses progressivement variables du sérum examiné si l'on veut suivre les périodes de leur action floculante sur les suspensions fines colloïdales.

On a observé d'autre part que les sérums exercent des actions du même ordre, mais avec des périodicités particulières, sur les suspensions fines les plus différentes, depuis le talc jusqu'à l'or colloïdal.

Conclusions. — En résumé, le sérum humain, en présence d'une suspension colloïdale d'hydrate ferrique, y détermine, ou non, un précipité, suivant un rythme périodique qui diffère selon que le sérum est normal ou syphilitique.

C'est à un moment de cette courbe périodique qu'on verra que la suspension colloïdale est moins stable avec le sérum syphilitique qu'avec le sérum normal.

On a laissé entrevoir dans cette Note que la précipitation d'une suspension fine comme moyen de reconnaître le sérum syphilitique, s'observe avec des suspensions de natures chimiques différentes; d'où il résulte que le choix de la suspension dépend surtout d'un état physique approprié.

La suspension colloïdale de fer dont on vient de parler est-elle celle dont l'état physique est le mieux approprié?

Il y a peut-être lieu de lui substituer, dans la pratique, une suspension encore plus sensible. Mais déjà les résultats obtenus avec le fer avaient une grande importance théorique puisque ce sont eux qui nous ont appris *qu'il est possible de préparer une suspension fine d'une stabilité déterminée qui floculera avec une certaine dose de sérum syphilitique et ne floculera pas avec une même dose de sérum normal.*

CHIRURGIE. — *Sur la publication de* MM. Heitz-Boyer *et* Scheikevitch *concernant le rôle de l'os dans l'ostéogenèse chez l'adulte, les rapports de l'ostéogenèse avec l'infection et les applications qui en découlent.* Note [1] de M. **J. Ducuing.**

Le travail original de MM. Heitz-Boyer et Scheikevitch, présenté le 8 octobre 1917 par M. le professeur Quénu à l'Académie, nous suggère

[1] Séance du 5 novembre 1917.

quelques réflexions et quelques objections que nous serions heureux d'exposer ici.

Partant de cette constatation intéressante que chez l'adulte le processus de régénération osseuse se manifeste par une véritable « néoplasie ossifiante » issue de l'os sous l'influence de l'infection qui en est « l'excitant spécifique » les auteurs en arrivent aux importantes conclusions pratiques qui vont suivre.

1° En ce qui concerne le traitement des blessures osseuses récentes, pas d'esquillectomie primitive, car les fragments osseux enlevés n'ont pas eu le temps d'amorcer dans le périoste la « néoplasie ossifiante ».

2° En ce qui concerne le traitement des pseudarthroses et le traitement immédiat des fractures de guerre, la conception nouvelle légitime l'emploi de l'ostéosynthèse métallique sous condition que l'infection soit atténuée, puisque cette infection représente alors le « stimulant spécifique » de l'ostéogénèse.

3° En ce qui concerne la pratique des greffes dans un but de jonction osseuse ou de remplacement osseux :

a. Il faut greffer de l'os pur, puisque l'ostéoformation appartient exclusivement à l'os et que le périoste ne joue pas le rôle essentiel qu'on lui attribue dans la transplantation osseuse.

b. Une infection atténuée n'est pas absolument nuisible à la réussite des greffes; bien plus elle peut les favoriser puisqu'elle représente « l'excitant spécifique » de l'ostéogenèse.

4° En ce qui concerne la formation du cal dans les fractures fermées, la « néoplasie ossifiante » excitée par l'ostéite traumatique peut encore donner des explications pathogéniques intéressantes.

A la conception des auteurs concernant l'ostéogenèse chez l'adulte, nous n'avons rien à objecter; ces notions sont excessivement intéressantes, il est fort possible qu'elles soient entièrement vraies; des expériences ultérieures pourront d'ailleurs les corroborer ou les infirmer. Des conclusions présentées par les auteurs nous acceptons la première, la deuxième, la quatrième, mais nous ne saurions admettre sans restrictions les deux affirmations émises dans la troisième (transplantation de l'os pur, rôle secondaire du périoste dans la greffe osseuse, influence favorable de l'infection).

1° Est-il facile de greffer de l'os pur et le rôle du périoste a-t-il été exagéré dans la transplantation osseuse?

D'une longue série d'expériences personnelles sur les greffes ostéo-articulaires, il résulte :

a. Que l'os transplanté sans périoste se greffe très difficilement;

b. Qu'un fragment ostéo-périostique se greffe, au contraire, avec beaucoup plus de facilité;

c. Qu'une partie du transplant ostéo-périostique greffé dégénère néanmoins et rapidement, mais que les parties qui continuent à vivre l'emportent de beaucoup sur les parties qui meurent;

d. Que la partie osseuse de ce transplant meurt en presque totalité et qu'elle est remplacée partiellement par de l'os nouveau parti du périoste (ceci au moins chez des lapins adolescents).

De l'ensemble de ces constatations nous retenons surtout que le transplant osseux se greffe plus difficilement que le transplant ostéo-périostique et que, lorsque ce dernier est greffé, les parties qui dégénèrent le plus sont les parties osseuses.

2° Une infection atténuée est-elle ou non nuisible à la réussite des greffes osseuses; interprétation de certains faits troublants.

MM. Heitz-Boyer et Scheikevitch s'expriment en ces termes :

« Le rôle ostéo-génétique de l'ostéite s'accorde en particulier avec le fait troublant déjà signalé par Albec et personnellement observé par l'un de nous, de greffes qui, au lieu d'être entravées par une légère infection, en ont été plutôt favorisées. »

A notre avis, non seulement l'infection ne peut favoriser la greffe, mais elle l'empêche radicalement, tout greffon infecté meurt sans exception; ceci mérite quelques explications.

Tous les transplants atteints par l'infection ne subissent pas le même sort: les uns, profondément infectés, s'éliminent spontanément ou nécessitent une intervention chirurgicale destinée à les enlever; les autres, légèrement atteints, peuvent être conservés dans les tissus, ils sont en état de tolérance subaseptique, mais qui dit *tolérance* ne dit pas *greffe*, il faut réserver ce dernier mot pour les transplantations dans lesquelles le greffon continue à vivre sa vie propre au sein des tissus qui le supportent. Une confusion semble s'établir dans l'esprit de certains chirurgiens entre la tolérance et la greffe; cette confusion est d'autant plus excusable que le transplant toléré aseptiquement ou subaseptiquement peut servir de prothèse idéale à l'édification d'un nouveau bloc osseux ou ostéopériostique parti du porte-greffe et qui se substitue au transplant insidieusement et progressivement au fur et à mesure qu'il l'élimine.

Il se peut même dans certains cas que le transplant toléré constitue, parce que légèrement infecté, l'excitant spécifique de Heitz-Boyer et Scheikevitch

et l'on peut avoir alors l'impression très nette, mais fausse que l'infection, loin de nuire à la greffe, la favorise au contraire.

Jusqu'à preuves plus amples, nous restons ferme dans nos conceptions qui sont les suivantes :

1° Si l'on veut pratiquer une greffe osseuse, il est préférable de transplanter un fragment pourvu de son périoste.

2° L'asepsie absolue est la meilleure condition de succès pour obtenir une greffe véritable.

3° Dans les cas où il existe une infection du greffon, ou bien il est éliminé ou bien il est toléré, mais alors il n'est plus un véritable corps étranger pouvant, il est vrai, servir de prothèse idéale à l'édification d'un fragment semblable parti du porte-greffe et pouvant même quelquefois, lorsqu'il est très légèrement infecté, jouer à l'égard de ce dernier le rôle d'*excitant spécifique*.

4° Il y a avantage en définitive, lorsqu'on veut pratiquer une greffe osseuse, à transplanter aussi aseptiquement que possible un fragment ostéo-périostique, ayant les dimensions et la forme du fragment à remplacer et qui, *véritable greffe* lorsque l'intervention réussit, représente une opération suivant les goûts de la chirurgie moderne et suivant les espoirs de la physiologie générale des greffes.

M. **Raphaël Dubois** adresse une *Note sur le pain déchloruré calcique*.

(Renvoi à l'examen d'une Commission spéciale.)

M. **J.-P. Anastay** adresse une note intitulée : *Sur une méthode d'oxydation des carbures du pétrole*.

(Renvoi à l'examen de M. Ch. Moureu.)

M. **Edme Bonneau** adresse une note intitulée : *Horizon gyroscopique réfléchissant à polodie méridienne*.

(Renvoi à l'examen de M. l'amiral Fournier.)

A 16 heures et quart l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de septembre 1917 (*suite*).

La force et le droit. Le prétendu droit biologique, par R. Anthony. Paris, Alcan, 1917; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Au voisinage des limites de la germination dans les graines de Lepidium sativum. par Pierre Lesage. Extrait de la *Revue générale de Botanique*, t. XXIX (1917), p. 97. Paris, Librairie générale de l'enseignement, 1917; 1 fasc. in-8°.

Courants électriques, courants hydrauliques. par A. Despaux. Paris, Alcan, 1914; 1 fasc. in-8°.

Qu'est-ce que l'électricité? Qu'est-ce que le magnétisme? par A. Despaux. Paris, Dunod et Pinat, 1917; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas (1916-1917). Nancy, Berger-Levrault, 1917; 1 vol. in-8°.

Observatoire central de l'Indo-Chine. Service météorologique. *Régime pluviométrique de l'Indo-Chine*, par G. Le Cadet. Hanoï-Haïphong, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1917; 1 fasc. in-4°.

Étude photographique de l'amas d'étoiles Messier 67 : N. G. C. 2682; 1900,0 ($8^h45^m58^s+12°11'6''$) et ($7^h37^m9^s,71-14°35'57'',7$), par le R. P. S. Chevalier. Extraits des *Annales de l'Observatoire de Zô-Sè*, t. VIII, 1912, et t. IX, 1913. Chang-haï, Zi-ka-wei, imprimerie de T'ou-sè-wè, s. d.; 2 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 DÉCEMBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL PAINLEVÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du décret qui porte approbation de l'élection que l'Académie a faite de Sir **Archibald Geikie** pour occuper la place d'Associé étranger vacante par le décès de M. *Suess*.

Il est donné lecture de ce Décret.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation fonctionnelle se présentant dans la théorie de la distribution de l'électricité avec la loi de Neumann.* Note de M. **Émile Picard**.

1. J'ai étudié dans mon cours en 1908 le problème de la distribution de l'électricité, en envisageant une loi d'attraction relative à un potentiel plus général que le potentiel newtonien, je veux parler du potentiel (envisagé d'abord par Neumann) de la forme

$$\frac{e^{-kr}}{r} \quad (k > 0). \tag{1}$$

La loi des attractions électriques correspond alors à la fonction de la distance

$$-\frac{d}{dr}\left(\frac{e^{-kr}}{r}\right) \quad \text{au lieu de} \quad \frac{1}{r^2}.$$

J'ai montré (¹) que le problème général de la distribution électrique

(¹) E. Picard, *Sur la distribution de l'électricité avec la loi de Neumann et sur le pouvoir refroidissant d'un courant fluide* (*Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. 25, 1908).

avec le potentiel (1) se ramène à une équation intégrale de Fredholm. Le problème est d'ailleurs différent du cas classique, car il y a ici à trouver une couche *superficielle* à la surface du conducteur et une distribution à l'*intérieur* du conducteur, l'*électricité, pour* $k \neq 0$, *ne se portant pas uniquement à la surface*. Dans le Mémoire cité, j'ai seulement énoncé certains résultats concernant une équation fonctionnelle qui se présentait dans mon analyse, résultats que j'avais démontrés dans mon cours. Je vais ici indiquer ces démonstrations. Posons

$$f(r) = -\frac{d}{dr}\left(\frac{e^{-kr}}{r}\right)$$

et désignons par s un point quelconque de la surface du conducteur. L'équation fonctionnelle en question est l'équation intégrale du type de Fredholm :

$$\rho_s - \frac{\lambda}{2\pi}\int\int f(r)\cos\psi.\rho_\sigma\, d\sigma = U_s, \tag{2}$$

où ψ désigne l'angle que fait avec la normale intérieure en s la droite joignant le point s à l'élément $d\sigma$, et U_s une fonction donnée sur la surface. Il s'agit de démontrer que les valeurs singulières de λ, c'est-à-dire les valeurs de λ, pour lesquelles l'équation sans second membre

$$\rho_s - \frac{\lambda}{2\pi}\int\int f(r)\cos\psi.\rho_\sigma\, d\sigma = 0 \tag{3}$$

admet une solution ρ non identiquement nulle, *sont réelles et ont une valeur absolue supérieure à l'unité*.

2. Rappelons d'abord quelques propriétés du potentiel de simple couche

$$V = \int\int \rho_\sigma \frac{e^{-kr}}{r}\, d\sigma$$

[r étant la distance du point (x, y, z) à l'élément $d\sigma$].

Ce potentiel satisfait à l'équation $\Delta V = k^2 V$; en outre il est continu pour le passage à travers la surface, mais il n'en est pas de même pour la dérivée normale. En désignant par $\frac{dV}{dn}$ et $\frac{dV'}{dn}$ les dérivées limites pour l'intérieur et l'extérieur de la surface (la normale étant prise vers l'intérieur), on a en un point s de la surface

$$\frac{dV'}{dn} - \frac{dV}{dn} = 4\pi\rho_s.$$

$$\frac{dV'}{dn} + \frac{dV}{dn} = 2\int\int f(r)\cos\psi.\rho_\sigma\, d\sigma.$$

On peut d'ailleurs écrire $V' = V$, à cause de la continuité pour le passage par la surface.

Si donc ρ satisfait à l'équation (3) pour une certaine valeur λ_0 de λ, sans être identiquement nul, on aura

$$(4) \qquad \frac{dV'}{dn} - \frac{dV}{dn} = \lambda_0\left(\frac{dV'}{dn} + \frac{dV}{dn}\right).$$

Démontrons tout d'abord que λ_0 ne peut être complexe. Soit en effet $\lambda_0 = \alpha + i\beta$, on aura $\rho = \rho_1 + i\rho_2$, d'où deux potentiels V_1 et V_2 correspondant à ρ_1 et ρ_2. On écrira les deux équations résultant de (4) en posant $V = V_1 + iV_2$. Multipliant ces équations par V_2 et V_1, les retranchant et intégrant après multiplication par $d\sigma$, on obtient la relation

$$(5) \quad \beta\left[\int\!\!\int V_1\frac{dV_1}{dn}d\sigma + \int\!\!\int V_2\frac{dV_2}{dn}d\sigma + \int\!\!\int V'_1\frac{dV'_1}{dn}d\sigma + \int\!\!\int V_2\frac{dV'_2}{dn}d\sigma\right] = 0.$$

La quantité entre crochets est donc nulle, puisque β est supposé différent de zéro.

De même, en multipliant les mêmes équations par V_1 et V_2, les ajoutant et intégrant après multiplication par $d\sigma$, on obtient la relation

$$(6) \qquad (1+\alpha)\left[\int\!\!\int V_1\frac{dV_1}{dn}d\sigma + \int\!\!\int V_2\frac{dV_2}{dn}d\sigma\right] = (1-\alpha)\left[\int\!\!\int V'_1\frac{dV'_1}{dn}d\sigma + \int\!\!\int V'_2\frac{dV'_2}{dn}d\sigma\right].$$

Comme $\frac{1+\alpha}{1-\alpha}$ n'est pas égal à -1, on déduit de (5) et de (6)

$$(E) \qquad \begin{cases} \int\!\!\int V_1\frac{dV_1}{dn}d\sigma + \int\!\!\int V_2\frac{dV_2}{dn}d\sigma = 0, \\ \int\!\!\int V'_1\frac{dV'_1}{dn}d\sigma + \int\!\!\int V'_2\frac{dV'_2}{dn}d\sigma = 0. \end{cases}$$

Mais pour une fonction U satisfaisant à $\Delta U = k^2 U$, la formule de Green donne de suite

$$(7) \quad \int\!\!\int\!\!\int\left[\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial z}\right)^2 + k^2U^2\right]dx\,dy\,dz + \int\!\!\int U\frac{dU}{dn}d\sigma = 0.$$

On en conclut que dans la première des équations (E) les deux termes sont négatifs, tandis qu'ils sont positifs dans la seconde. Les quatre intégrales figurant dans les équations (E) sont donc nulles séparément. Il en résulte, au moyen de l'équation (7), que les potentiels V_1 et V_2 sont iden-

tiquement nuls dans tout l'espace et par suite que la densité ρ est nulle, ce qui est contraire au fait que λ_0 est une valeur singulière. *Tous les λ singuliers sont donc réels.*

3. Montrons maintenant que, λ_0 étant une valeur singulière, on a

$$|\lambda_0| > 1.$$

l'égalité étant exclue.

A cet effet, revenons à l'équation (4), dont nous multiplierons les deux membres par V (ou son égal V'), et intégrons après multiplication par $d\sigma$; on a

$$\lambda_0 = \frac{\int\int V'\frac{dV'}{dn}d\sigma - \int\int V\frac{dV}{dn}d\sigma}{\int\int V'\frac{dV'}{dn}d\sigma + \int\int V\frac{dV}{dn}d\sigma}.$$

Or nous avons vu qu'on avait l'inégalité

$$\int\int V\frac{dV}{dn}d\sigma < 0,$$

tandis que

$$\int\int V'\frac{dV'}{dn}d\sigma > 0,$$

et il résulte aussi de la formule de Green, qu'*aucune de ces intégrales n'est nulle*. Donc *la valeur absolue de λ_0 est supérieure à l'unité*, et $\lambda = \pm 1$ n'est pas une valeur singulière.

3. Pour le problème concernant la distribution électrique, l'équation fonctionnelle intéressante est l'équation (2) pour $\lambda = 1$, c'est-à-dire l'équation

(8) $$\rho_s - \frac{1}{2\pi}\int\int f(r)\cos\psi.\rho_\sigma\, d\sigma = U_s.$$

La recherche de ρ se fait ici très facilement. Il suffit de développer, dans l'équation (2), ρ suivant les puissances de λ; les coefficients se calculent de proche en proche. On est assuré, d'après le théorème ci-dessus, que la série ainsi obtenue converge pour $\lambda = 1$, et la résolution de l'équation (8) est effectuée.

De ce qui précède, il résulte que le problème de la distribution de l'électricité est, au point de vue analytique, plus facile pour le potentiel $\frac{e^{-kr}}{r}$ $(k > 0)$ que pour le potentiel newtonien $\frac{1}{r}$. Il en est de même d'ail-

leurs de tous les problèmes aux limites concernant l'équation

$$\Delta V = k^2 V \qquad (k^2 \gtrless 0);$$

ils sont beaucoup plus simples que les problèmes analogues relatifs à l'équation de Laplace

$$\Delta V = 0.$$

comme j'en ai fait depuis longtemps la remarque.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente, de la part de *Mlle Duhem*, le tome V de l'ouvrage intitulé : *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, par Pierre Duhem.

M. **W. Kilian** fait hommage à l'Académie d'une *Notice sur ses travaux et ses publications scientifiques*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Vice-Président pour l'année 1918.

M. **L. Guignard** réunit l'unanimité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de deux membres des Commissions administratives pour l'année 1918.

MM. **P. Appell** et **Edmond Perrier** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Associé étranger en remplacement de M. *Hittorf*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 43,

M. Vito Volterra	obtient	......	38 suffrages
Sir Norman Lockyer	»	......	3 »
M. Edison	»	......	1 suffrage
M. Ed. Pickering	»	......	1 »

M. **Vito Volterra**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation d'un délégué à la *Commission de contrôle de la circulation monétaire*, en remplacement de M. *A. Haller*, membre sortant et rééligible.

M. **A. Haller** réunit l'unanimité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

Sir **Archibald Geikie**, élu Associé étranger, adresse des remercîments à l'Académie.

M. **Charles Marie** adresse le *Deuxième Rapport général* présenté au nom de la *Commission permanente du Comité international des Tables annuelles de constantes et données numériques*.

L'**Académie royale des Sciences de Turin** fait part à l'Académie du décès de son Président, M. le sénateur *Lorenzo Camerano*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Docteur Cabanès. *Légendes et curiosités de l'histoire*, quatrième série. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Mme Vve **Tissot** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée aux travaux de son mari.

MM. **Delorme**, **Giuseppe Favaro**, **Ch. Frémont**, **H. Gougerot**, **Amédée Guillet**, **Léon Imbert**, **R. Michel**, **H. Morestin**, **Savès**, **Stodel**, **G. Sugot** **E. Weill** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. **Julien Sensever** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée aux travaux de son fils, **Georges Sensever**, décédé.

Mme Vve **Cusco** adresse également des remercîments à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une question d'analyse indéterminée.* Note de M. **W. de Tannenberg**, présentée par M. Appell.

Je me propose la solution du problème suivant, qui intervient dans quelques questions relatives aux courbes gauches.

Il s'agit de déterminer trois polynomes entiers x, y, z de degré $2n$ par rapport à la variable indépendante θ et vérifiant l'équation

$$(1) \qquad x^2+y^2+z^2=\mathrm{P}^2,$$

où P désigne un polynome *donné* de degré $2n$ en θ et ne s'annulant pour aucune valeur réelle de la variable θ. On peut évidemment supposer le coefficient de θ^{2n} égal à l'unité. Le polynome P mis sous la forme d'un produit de facteurs *réels* du second degré a alors la forme

$$\mathrm{P}=(a_1^2-t_1^2)(a_2^2-t_2^2)\dots(a_n^2-t_n^2),$$

avec

$$t_k=i(\theta+b_k) \qquad (k=1, 2, \dots, n),$$

a_k, b_k désignant des nombres *réels donnés*.

Ceci posé, formons deux suites de fonctions u_p, v_p, définies par

$$\begin{aligned} u_p&=(a_p u_{p-1}+t_p v_{p-1})e^{i\alpha_p}, & u_0&=e^{i\alpha_0}\\ v_p&=(a_p v_{p-1}+t_p u_{p-1})e^{-i\alpha_p}, & v_0&=e^{-i\alpha_0}\end{aligned} \qquad (p=1, 2, \dots, n).$$

où α_0, α_1, ..., α_n désignent $(n+1)$ paramètres arbitraires. Considérons d'abord les fonctions (u_p, v_p) comme fonctions des n variables indépendantes $(t_1, t_2, \dots, t_n)$ et désignons par u'_p, v'_p ce qu'elles deviennent quand on change $t_1, t_2, \dots, t_n$ en $(-t_1, -t_2, \dots, -t_n)$. On vérifie aisément que

$$u_p v'_p+v_p u'_p=(u_{p-1}v'_{p-1}+v_{p-1}u'_{p-1})(a_p^2-t_p^2),$$

et par suite

$$(\mathrm{II}) \qquad u_n v'_n+v_n u'_n=\mathrm{P}.$$

Soient x, y, z les fonctions de $t_1, t_2, \dots, t_n$ définies par les équations

$$\left\{\begin{aligned}\mathrm{P}-z&=2u_n v'_n,\\ \mathrm{P}+z&=2v_n u'_n,\end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned}x+iy&=2u_n u'_n,\\ x-iy&=2v_n v'_n,\end{aligned}\right.$$

qui sont compatibles en vertu de l'équation (II). Il est évident que

$$x^2 + y^2 + z^2 = P^2.$$

Si maintenant on pose

$$t_p = i(\theta + b_p) \qquad (p = 1, 2, \ldots, n),$$

il est clair que x, y, z deviennent des fonctions entières *réelles* de θ et de degré $2n$. La méthode précédente donne donc une solution de l'équation (I) dépendant de $(n+1)$ paramètres $\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_n$.

L'expression générale de u_n, v_n en fonction de $t_1 \ldots t_n$ peut être obtenue simplement par un procédé que j'ai indiqué [1].

ASTRONOMIE. — *Les météorites et l'excentricité terrestre.* Note de M. J. Bosler, présentée par M. H. Deslandres.

On sait que la masse de la Terre s'accroît chaque année, du fait des étoiles filantes, des bolides et des aérolithes, d'une quantité assez notable : on l'évalue à 2 millions de tonnes. Cette augmentation continue et *irréversible* tend évidemment à diminuer, si rien d'autre n'intervient, le grand axe de notre orbite; mais on peut aussi se demander quelle doit être son influence sur l'excentricité. Certes, si les météores étaient animés, comme les molécules d'un gaz, de vitesses distribuées au hasard, leurs effets seraient ceux d'un milieu résistant : une réduction lente de l'excentricité. Toutefois les étoiles filantes et les aérolithes possèdent en majorité, semble-t-il, des mouvements de même sens que celui de la Terre elle-même [2], de sorte que l'hypothèse faite plus haut n'est sans doute plus exacte, et la question mérite d'être étudiée de plus près.

Soient m_1 la masse de la Terre, a_1 et e_1 le demi-grand axe et l'excentricité de son orbite initiale; m_2, a_2, e_2 les quantités correspondantes relatives à un météore venant rencontrer la Terre et i son inclinaison orbitale.

Appliquons les principes des forces vives et des aires, en négligeant m_2^2 ainsi que e_1^3 et en posant $m_1 = a_1 = 1$, avec $p_2 = a_2(1 - e_2^2)$.

On trouve, toutes réductions faites, ω_1 étant l'anomalie vraie de la Terre

(1) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 625.

(2) Pour les aérolithes, voir le Mémoire de H.-A. Newton cité plus bas. Pour les étoiles filantes, M. H. Jeffreys (*Monthly Notices*, t. 77, décembre 1916, p. 96) a montré que leurs orbites devaient être en grande majorité *directes*, d'après les observations de Denning.

lors du choc :

$$-\frac{\Delta e_1^2}{m_2} = e_1\left[4\cos\omega_1(1-\sqrt{p_2}\cos i) - 2\sin\omega_1\sqrt{2-\frac{1}{a_2}-p_2}\right]$$

$$+e_1^2\left[4-3\sqrt{p_2}\cos i - \sqrt{p_2}\cos i\cos 2\omega_1 - \frac{(1-p_2)}{\sqrt{2-\frac{1}{a_2}-p_2}}\sin 2\omega_1\right].$$

On remarque que Δe_1^2 contient e_1 en facteur. Si donc, à un instant donné, l'orbite d'une planète était devenue rigoureusement circulaire, les chutes météoriques ne sauraient faire naître une excentricité ayant cessé d'exister et de toute façon, plus e_1 est petit, plus ses variations sont faibles.

Mais ce sont les circonstances réalisées en fait dans la Nature qui méritent surtout d'attirer l'attention. L'époque de l'année, définie par ω_1, joue évidemment, dans chaque cas isolé, le principal rôle. Toutefois, il est vraisemblable que la fréquence des météores n'est pas dans son ensemble liée aux saisons et qu'au cours des longues suites de siècles nécessaires à l'établissement de l'état de choses actuel, les chutes ont dû se répartir à peu près uniformément sur toute l'orbite terrestre. Les étoiles filantes semblent démentir cette hypothèse, mais les essaims les plus abondants sont d'origine relativement récente et il faut songer qu'il tombe tous les ans des trillions de météores, vestiges d'essaims jadis plus compacts; quant aux aérolithes, il est bien peu probable que les irrégularités, du reste douteuses, indiquées par la statistique ([1]) aient une signification réelle, ni surtout permanente. Ainsi donc, une compensation doit s'établir avec le temps, dans Δe_1^2, entre les termes périodiques : le terme séculaire en e_1^2, de coefficient

$$C = 4 - 3\sqrt{p_2}\cos i.$$

est alors le plus intéressant; suivant qu'il est positif ou négatif, on peut prévoir pour e_1 une tendance à la diminution ou à l'augmentation.

On constate sans peine que C est positif pour les quatre essaims les plus connus et pour les principales comètes périodiques (de distance périhélie peu supérieure à 1); mais nous nous occuperons pour l'instant du cas des aérolithes. Nous avons, en ce qui les concerne, un document précieux :

([1]) FARRINGTON, *Météorites* (Chicago, 1915), p. 191.

la statistique de H.-A. Newton ([1]), portant sur tous ceux que l'on a vus tomber et dont on possède des échantillons, accompagnés des données nécessaires. H.-A. Newton a publié une figure représentant la sphère céleste (avec un rayon égal à 1) en projection stéréographique, la vitesse de la Terre passant par le point de vue : à chaque aérolithe correspond un point donnant la direction de sa vitesse héliocentrique déduite de l'observation. Il est facile de tirer de là, dans chaque cas, l'inclinaison orbitale. D'autre part, α étant l'angle de la vitesse et du rayon vecteur, on peut écrire grâce à la loi des aires :

$$C = 4 - 3\sqrt{2 - \frac{1}{a_2}}\sin\alpha\cos i.$$

Or le lieu des points tels que $\sin\alpha\cos i =$ const. est évidemment, sur la sphère, un cercle parallèle au plan de projection et projeté stéréographiquement suivant un autre cercle : on peut donc aisément compter les aérolithes pour lesquels C a une valeur donnée.

H.-A. Newton admettait qu'en première approximation, on peut regarder les orbites comme paraboliques; faisons aussi cette hypothèse, généralement considérée comme assez voisine de la vérité et traçons le cercle pour lequel $C = 0$. Si l'on compte les aérolithes situés à son intérieur, on en trouve 34 sur 116 en tout; les 82 autres, favorables à une diminution séculaire de C, sont donc en majorité bien nette.

Mais la proportion ci-dessus, 71 pour 100, ne suggère pourtant pas une idée exacte de la réalité. Il ne suffit pas de *compter* les aérolithes qui ont un effet positif ou négatif; il faut aussi avoir égard à la *grandeur* absolue des effets. Nous avons alors, dans ce but, partagé la sphère céleste en 18 zônes, limitées en projection par des cercles concentriques. Nous avons ensuite dénombré les météores intérieurs à chaque zône et multiplié les chiffres obtenus par la valeur moyenne de C. Enfin nous avons fait séparément les sommes des produits positifs et négatifs, sommes proportionnelles aux effets séculaires de tous les aérolithes de chaque catégorie ($C > 0$ et $C < 0$). On trouve ainsi 97,3 pour 100 pour les effets positifs et seulement

---

([1]) *American Journal of Science*, 3e série, t. 36, 1888, p. 1. — C'est dans ce beau travail que H.-A. Newton montre que les aérolithes décrivent en majorité (109 sur 116) autour du Soleil des orbites directes et inclinées en général sur l'écliptique de moins de 35° — deux faits qui, soit dit en passant, soulignent d'une façon bien suggestive les rapports possibles de ces corps avec les comètes périodiques.

2,7 pour 100 pour les négatifs : il y a donc prédominance accentuée des chocs favorables à la diminution de l'excentricité.

Nous avons dit au début que, si l'on supposait les vitesses des météores rétrogrades ou même distribuées au hasard, ils agissaient comme un milieu résistant pour rendre l'orbite terrestre toujours plus voisine d'un cercle. Il résulte de ce qui précède qu'il en est encore ainsi dans le cas des aérolithes, bien que leurs mouvements soient pour la majorité directs, en admettant toutefois que la statistique de Newton représente fidèlement l'ensemble des faits et que d'autre part les chutes soient en moyenne uniformément réparties sur toutes les époques de l'année.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Équilibres monovariants dans le système ternaire, eau, sulfate de soude, sulfate d'ammoniaque.* Note de MM. **C. Matignon** et **F. Meyer**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans le but de résoudre d'une façon rationnelle le problème de la préparation du sulfate d'ammoniaque à partir du bisulfate de sodium, nous avons étudié les équilibres entre phases solides et phase liquide, dans le système ternaire, eau, sulfate de soude, sulfate d'ammoniaque, à la pression ordinaire.

Les résultats suivants concernent les systèmes monovariants à deux phases solides.

Les phases solides possibles, dans ce système, sont la glace, le sulfate sodique anhydre, le sulfate sodique hydraté à $10H^2O$, le sulfate d'ammoniaque et un sulfate double dont l'existence a été signalée depuis longtemps, $SO^4NaAzH^4.2H^2O$, soit donc cinq phases solides distinctes.

Dans l'étude des courbes de solubilité en présence de deux sels, comme par exemple SO^4Na^2 et SO^4Am^2, nous avons pris comme matières premières salines, pour faire la solution, soit un mélange de ces deux sels, tantôt avec un excès de l'un, tantôt avec un excès de l'autre, soit le sel double seul, soit le sel double et le sel ammoniacal, soit le sel double et le sel sodique, etc. On se rend compte, en effet, que si l'équilibre étudié appartient bien au système monovariant à phases solides, SO^4Na^2, SO^4Am^2, tous les corps étrangers à l'équilibre, sel double, sel de soude hydraté, doivent disparaître pour se transformer, à l'état solide, dans les deux seules phases stables.

La composition du système initial utilisé pour réaliser l'équilibre sera indiquée dans chaque étude de courbe.



I. *Équilibre monovariant. Phases solides :* SO^4Na^2, SO^4Am^2. — Les résultats expérimentaux concernant ces systèmes sont réunis dans le Tableau suivant qui donne, en fonction de la température, la composition de la phase liquide, définie par la concentration du sel ammoniacal et celle du sel anhydre, évaluées toutes deux en centièmes de molécules contenues dans 100^g de la solution.

Mélange salin initial.	T.	Centi-mol. dans 100^g solution	
		SO^4Am^2.	SO^4Na^2.
Sel double + $2SO^4Na^2$	62°,5	27,49	11,77
» + $2SO^4Am^2$	62,5	27,58	11,50
SO^4Na^2 + SO^4Am^2 excès	79	29,16	11,15
Sel double + $2SO^4Na^2$	79	28,90	—
» + $3SO^4Am^2$	79	28,91	11,56
SO^4Na^2 + SO^4Am^2 excès	80,5	29,33	11,57
Sel double + $3SO^4Am^2$	96	30,04	11,52
Sel double	98	30,65	12,23
SO^4Na^2 + SO^4Am^2 excès	99	31,18	11,72
»	100	30,62	11,27
»	108	31,49	11,40
»	109	31,63	11,35

II. *Équilibre monovariant. Phases solides :* SO^4Am^2, *sel double*. — Les concentrations sont toujours définies par le nombre de centièmes de molécules des mêmes sels SO^4Na^2, SO^4Am^2 contenues dans 100^g de solution.

Mélange salin initial.	T.	Centi-mol. dans 100^g solution	
		SO^4Am^2.	SO^4Na^2.
Sel double + SO^4Am^2	−19°	28,05	2,10
»	−19	28,05	2,25
»	− 1	28,57	3,34
»	+17	28,01	4,55
»	+19	28,23	—
»	19,5	28,92	—
»	21	28,75	4,89
»	22	28,46	—
»	30	28,58	—
»	33	28,58	6,38
»	33,5	28,24	6,63
SO^4Na^2 + SO^4Am^2 excès	35	28,78	6,58
Sel double + SO^4Am^2	38,5	28,90	7,09
»	44	28,54	7,87
»	44	28,83	8,08
SO^4Na^2 + SO^4Am^2 excès	44,5	28,20	7,92
»	44,5	28,20	8,06
Sel double + SO^4Am^2	52	27,85	9,42
»	58	27,70	10,87

III. *Équilibre monovariant. Phases solides : sel double*, SO^4Na^2 :

Mélange salin initial.	T.	Centi-mol. dans 100g solution. SO^4Am^2.	SO^4Na^2.
Sel double + SO^4Na^2...........	29°	10,55	18,46
»	33,5	12,32	17,75
»	38,5	14,54	16,67
»	46	18,13	15,08
SO^4Am^2 + SO^4Na^2 excès........	50	21,08	13,73
Sel double + SO^4Na^2...........	58	25,31	12,34

IV. *Équilibre monovariant. Phases solides : sel double*, $SO^4Na^2.10H^2O$:

Mélange salin initial.	T.	Centi-mol. dans 100g solution. SO^4Am^2.	SO^4Na^2.
Sel double + $SO^4Na^2.10H^2O$....	—13°	—	2,98
»	+ 1	22,02	5,21
SO^4Am^2 + $SO^4Na^2.10H^2O$ excès.	+10	18,47	8,22
» ...	11	17,70	9,05
» ...	14	16,36	10,46
Sel double + $SO^4Na^2.10H^2O$...	14	16,26	10,80
»	19	14,36	13,05
»	25,5	10,06	18,82

V. *Équilibres monovariants correspondant aux points d'ébullition.* — Les solutions saturées de sulfate de soude seul, de sulfate d'ammoniaque seul et du mélange des deux sulfates, bouillent respectivement, sous la pression atmosphérique, aux températures de 108°,9, 102° et 111°; à ces trois points, que nous désignerons par C, M, B, correspondent les concentrations suivantes :

	Phases solides.	T.	Centi-mol. dans 100g solution. SO^4Am^2.	SO^4Na^2.
Point C.....	SO^4Am^2	108°,9	39,22	0,0
» M.....	SO^4Na^2	102	0,0	21,0
» B.....	SO^4Na^2, SO^4Am^2	111	31,75	11,25

Les courbes BC, BM, qui rejoignent les points B et C, et les points B et M, représentent les points d'ébullition des solutions saturées de sulfate d'ammoniaque avec des quantités variables de sulfate de soude et ceux des solutions saturées de sulfate de soude en présence de quantités variables de sulfate ammoniacal. Ces équilibres sont monovariants.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouvel appareil de fractionnement pour les pétroles et autres produits volatils.* Note (¹) de M. E. **Hildt**, présentée par M. A. Gautier.

Lorsqu'il s'agit de séparer des pétroles bruts ou des huiles lampantes. on a recours à des appareils de distillation simple fonctionnant dans des conditions de vitesse et de dimensions déterminées. Les résultats ne sont pas toujours comparables. Pour les essences légères, on opère généralement par fractionnements dans des appareils dérivant plus ou moins de la colonne Le Bel-Henninger, en protégeant ces colonnes contre les remous extérieurs. Il n'est pas toujours possible d'obtenir un fractionnement complet avec une seule colonne.

Le présent appareil évite les inconvénients des variations atmosphériques, les difficultés du réglage et les corrections thermométriques.

Le principe n'en est pas nouveau; il est basé sur la séparation des liquides vaporisables suivant leur température d'ébullition; et si ses éléments en verre ont la forme des appareils à pointe de Vigreux, dans l'industrie rien n'empêcherait d'employer des éléments métalliques avec des plateaux quelconques.

Le support de l'appareil est à six brûleurs servant à chauffer six matras en série, donc six éléments semblables donnant sept fractions qui, dans le cas des essences légères par exemple, correspondent à des écarts de température de 20° en 20°, soit :

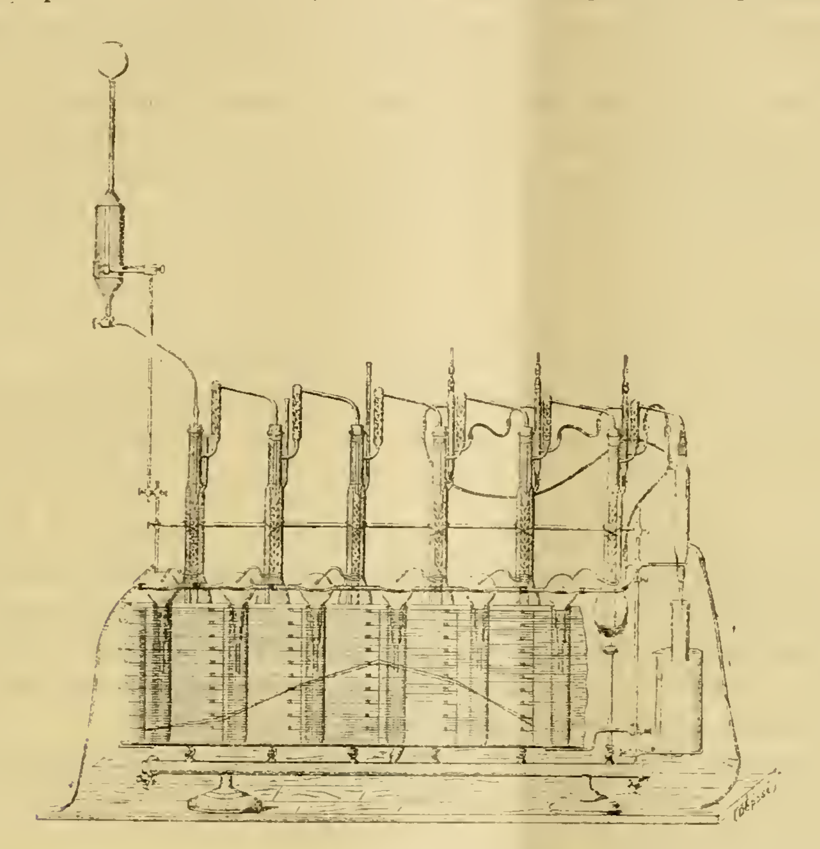
$>150°$, 130°-150°, 110°-130°, 90°-110°, 70°-90°, 50°-70°, $<50°$.

Les six éléments ne différant que par quelques détails secondaires, il suffira de décrire complètement l'un d'eux.

Il se compose essentiellement d'un tube à pointes internes, à cinq plateaux, soudé dans le col d'un ballon où l'on a introduit d'avance une fraction de pétrole bouillant entre deux températures bien déterminées. Ce ballon est chauffé directement; les vapeurs produites se condensent dans un tube à reflux soudé latéralement à la partie supérieure du ballon et refroidi par un manchon à circulation d'eau. Le tube de Vigreux central se trouve ainsi chauffé dans ses différents plateaux à des températures régulièrement décroissantes, la température la plus basse du plateau supérieur étant bien

(¹) Séance du 26 novembre 1917.

connue et pouvant être vérifiée facilement de temps en temps au thermomètre. Les produits condensés dans chaque tube analyseur ainsi chauffé extérieurement à température constante peuvent être évacués à la fin de chaque opération et même pendant la marche, grâce à un petit siphon



qui, partant du fond de chaque tube analyseur et traversant le ballon, aboutit dans un petit entonnoir sphérique à double paroi avec circulation d'eau, placé simplement sur une éprouvette graduée. Ces six siphons sont munis vers la base d'un petit renflement latéral destiné à loger un léger index de mercure placé dans la courbe inférieure du siphon.

L'essence à examiner est placée en charge dans un petit réservoir dont le tube de vidange en cuivre très fin, muni d'un robinet à pointeau, vient s'engager par un joint en caoutchouc dans un tube de verre fixé dans le col du premier analyseur, à la hauteur du premier plateau. Le réglage de l'admission se fait aisément, grâce à ce pointeau, de manière à pouvoir toujours compter les gouttes qui tombent. Ce premier analyseur, qui est

chauffé par les vapeurs d'une fraction bouillant entre 150°-160°, est donc alimenté directement en liquide; servant en même temps de vaporisateur son chauffage devra être réglé.

Chaque goutte d'essence qui arrive dans ce premier analyseur est donc instantanément soumise au fractionnement. Elle abandonne dans le premier analyseur tous les produits condensables vers 150°; les vapeurs des fractions plus légères continuant leur course viennent s'analyser à leur tour dans le deuxième élément chauffé par une fraction bouillant entre 130° et 140° et n'y laissent que les produits condensables entre 130° et 150°, et ainsi de suite jusqu'au sixième analyseur qui, chauffé par les vapeurs d'une fraction bouillant à 50°-60°, ne laisse sortir que les éthers condensables au-dessous de 50°, mais retient les produits condensables entre 50° et 70°. Les éthers plus volatils, condensés dans un petit réfrigérant qui prolonge le tube abducteur du sixième élément, sont recueillis à part.

Pour compléter le travail de chaque analyseur et éviter les entraînements mécaniques, chaque tube abducteur est muni d'un petit déflegmateur Vigreux. Un courant d'eau refroidit l'ensemble des condenseurs.

Résultats. — Par l'opération ainsi conduite, on obtient en volumes, dans un temps très court, un diagramme du fractionnement de l'essence pour des écarts de 20° en 20° de température, volumes lus directement sur la graduation des éprouvettes ou représentés graphiquement par les hauteurs des liquides dans des tubes de même calibre, posés devant une feuille préalablement graduée horizontalement.

Cet appareil a permis de faire, parallèlement avec la méthode officielle donnée par l'Aéronautique militaire, des courbes moyennes pour 1914-1915-1916 des essences destinées à l'aviation.

Avantages. — 1° Le réglage direct de la vitesse de distillation est assuré par le robinet pointeau.

2° Il n'est guère possible, dans un ballon distillatoire ordinaire, de pousser la distillation d'une essence ou d'un produit volatil jusqu'au bout. Il reste un résidu qui a été soumis à une surchauffe prolongée et nuisible. Par notre appareil, le fractionnement complet de chaque goutte dès son admission est bien préférable.

3° Chaque analyseur est à l'abri des remous d'air, grâce à la gaine de vapeurs qui l'entoure et, comme les bains extérieurs sont de même nature que les fractions obtenues, les variations de la pression atmosphérique sont sans influence sensible sur le fractionnement.

4° Enfin la présence de traces d'humidité est facilement décelable, même sur 100$^{cm^3}$, dans l'analyseur 90°-110°.

Cette méthode de fractionnement est applicable à bien d'autres composés volatils, à condition de choisir, en chaque cas, des bains à écarts de température convenables.

Pour certains mélanges, il peut être avantageux de serrer de plus près certaines fractions et par suite de rapprocher de beaucoup certaines parties de l'échelle; tel est le cas par exemple des benzols, des alcools, des térébènes et de beaucoup de corps analogues, auquel cas les températures d'ébullition des bains choisis seront les températures mêmes des corps à séparer.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode nouvelle de séparation et de dosage des acides lactique, succinique et malique contenus dans les vins.* Note [1] de M. J. LABORDE.

Malgré les recherches sérieuses qui ont été faites sur la séparation et le dosage des acides lactique, succinique et malique contenus dans les vins, notamment par M. Mestrezat [2], les méthodes préconisées laissent encore beaucoup à désirer. Celle que je vais indiquer m'a donné des résultats très satisfaisants en l'appliquant à des vins pauvres en sucre, la proportion ne dépassant pas 5^g par litre, et même à des vins très sucrés.

1° *Vins non sucrés.* — Pour les vins rouges, on doit éliminer tout d'abord les matières tannoïdes comme suit : On prend 50$^{cm^3}$ de vin, on sature l'acidité avec le volume V de potasse normale équivalent à l'acidité totale, puis on ajoute une solution d'acétate mercurique à 5 pour 100 dont le volume est déterminé d'avance et tel qu'il suffise, à peine, à la précipitation des tannins, de façon qu'il n'y ait pas excès de mercure. On chauffe le mélange à la température de 50° environ, on filtre et on lave deux fois le précipité avec de l'eau chaude.

Avec les vins blancs, cette opération n'est utile que si la proportion de tannin est voisine de 1^g par litre, mais dans tous les cas, on doit saturer l'acidité du vin par la potasse normale.

Dans les liquides ainsi obtenus, on ajoute un volume S de SO^4H^2 normal tel que $S = V \pm n$. Le volume n dépend de la différence entre l'alcalinité totale des

---

(1) Séance du 26 novembre 1917.

(2) *Dosages de l'acide malique et de quelques acides fixes dans les jus fermentés ou non* (*Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 185); *Dosage de l'acide lactique dans les vins et les milieux de culture* (*Bulletin de la Société chimique*, mars 1909).

cendres A exprimée en crème de tartre, et l'alcalinité T de la crème de tartre correspondant à l'acide tartrique total du vin. Si $T > A$, $n = -(T - A)$ et si $A > T$, $n = +(A - T)$.

La solution est ensuite concentrée par ébullition dans un verre de Bohême, puis évaporée au bain-marie dans une capsule jusqu'à consistance sirupeuse. On ajoute alors 5^{cm^3} d'eau et l'on continue l'évaporation pour chasser complètement les acides volatils. L'extrait sec est ramené à l'état sirupeux par quelques gouttes d'eau, puis on y incorpore 2^{dg} environ de noir animal pur, et, à la pâte noire, on ajoute du sable pur et sec pour la diviser et faciliter son extraction de la capsule. On fait tomber le mélange dans un vase d'Erlenmayer à angle arrondi; on rince la capsule avec un peu de sable et enfin avec 25^{cm^3} d'alcool à 95° qui serviront à l'extraction des acides libres. Pour faciliter cette extraction, on introduit dans le vase 50^{g} de grains de plomb n° 4 auxquels on imprime un mouvement circulaire de manière à bien diviser les agglomérations sablonneuses; puis on ajoute 50^{cm^3} d'éther ordinaire et l'on agite pendant quelques minutes pour bien mettre en contact le liquide éthéro-alcoolique avec le dépôt. On laisse un peu reposer, on décante sur un filtre plat et l'on achève l'épuisement du dépôt par trois lavages successifs avec 15^{cm^3} d'un mélange alcool-éther à volumes égaux. Le liquide filtré contient les acides lactique, succinique et malique, tandis que l'acide tartrique, à l'état de crème de tartre, est resté dans le dépôt. On distille le dissolvant jusqu'à n'avoir plus que quelques centimètres cubes d'alcool un peu coloré en jaune brun; on décolore par $0^{g},2$ de noir et 10^{cm^3} d'eau, on filtre et on lave à l'eau un peu chaude.

La solution aqueuse des acides est concentrée par ébullition puis saturée, en présence de phénolphtaléine, de façon que la coloration rose fournie par un excès de $0^{cm^3},5$ de liquide alcalin persiste pendant 15 secondes environ dans le liquide bouillant. On concentre la dissolution des sels calcaires jusqu'à 8^{cm^3} à 9^{cm^3}, on ajoute une goutte d'acide acétique à 50 pour 100 et l'on procède à la séparation du lactate de chaux en versant rapidement 90^{cm^3} d'alcool à 95° un peu chaud. Dans ce liquide alcoolique à 85° environ, le lactate de chaux reste en solution, tandis que le malate et le succinate se précipitent complètement. On chauffe à l'ébullition pour achever la coagulation du précipité, on laisse un peu refroidir et l'on filtre, en lavant avec de l'alcool à 85° chaud. Le dosage de la chaux dans le liquide filtré donne la quantité correspondante d'acide lactique.

Le précipité resté sur le filtre est redissous dans l'eau bouillante (sauf un léger résidu contenant surtout du phosphate de chaux) et cette nouvelle solution est concentrée à 8^{cm^3} environ; on y ajoute 1^{cm^3} d'acide acétique glacial, puis 90^{cm^3} d'alcool à 95° qui précipitent le malate de chaux seul, ou bien le malate et le citrate si le vin contient de l'acide citrique. Comme précédemment, on chauffe à l'ébullition, on filtre et on lave à l'alcool à 85° légèrement acétique. En dosant la chaux dans ce liquide filtré, on a l'acide succinique correspondant, et en faisant la même opération pour le précipité resté sur le filtre et qu'on a redissous dans l'eau chaude, on détermine l'acide malique.

On peut contrôler ce dernier dosage en titrant préalablement l'acide malique par le permanganate dans la solution aqueuse privée d'alcool, concentrée, acidifiée par de l'acide sulfurique et portée à l'ébullition. En général les deux résultats sont assez

concordants, mais c'est le dosage par la chaux qui est le plus fidèle. La différence est très nette quand il y a de l'acide citrique avec l'acide malique et le permanganate donne le chiffre le plus faible. Dans ce cas, on détermine la quantité d'acide citrique par la méthode diaphanométrique de M. Denigès et l'on calcule par différence la quantité d'acide malique.

Remarques. — La séparation des lactate, succinate et malate de chaux par l'alcool à 85°, acidifié plus ou moins par l'acide acétique, exige qu'il y ait un certain rapport entre le volume d'alcool employé et les quantités des sels calcaires qu'on veut séparer. Ainsi, pour $0^{g},150$ de lactate de chaux en présence d'une quantité analogue du mélange malate et succinate, le volume de 100^{cm^3} suffit parfaitement pour que le précipité ne retienne pas de lactate. Ordinairement, lorsque l'acide lactique augmente dans les vins, l'acide malique diminue, et alors les conditions de la séparation restent les mêmes. Mais si la dose d'acide malique est plus élevée pour la même dose d'acide lactique, il faut augmenter le volume du liquide alcoolique de séparation dans la proportion de 50^{cm^3} par gramme d'acide malique excédant 2^{g} par litre de vin; la dose approximative d'acide malique étant déterminée par un premier essai fait dans les conditions précédentes.

La même remarque s'applique à la séparation du malate d'avec le succinate de chaux parce que l'acide malique varie beaucoup plus que l'acide succinique.

2° *Vins sucrés.* — Dans ce cas, l'extraction des acides solubles dans l'alcool-éther comporte le traitement préliminaire suivant : Après avoir séparé les tannins et acidifié par SO^4H^2 normal, on évapore, à constance sirupeuse, le liquide contenu dans un matras, puis on y ajoute des grains de plomb et 10^{cm^3} à 20^{cm^3} d'alcool suivant la quantité de sucre, et enfin 50^{cm^3} d'éther par petites fractions en agitant vivement le plomb. Il se forme une émulsion blanche qui se résout en un liquide sirupeux. Après quelques instants de repos, on décante sur un filtre le liquide éthéro-alcoolique surnageant et l'on recommence deux ou trois fois le même épuisement par l'alcool et l'éther; puis on distille ce dissolvant dont le résidu alcoolique, contenant les acides solubles, est alors évaporé à sec dans une capsule. L'extrait est traité ensuite comme s'il s'agissait d'un vin pauvre en sucre.

Dans les vins normaux, la proportion d'acide succinique oscille très peu autour de $0^{g},70$ par litre, tandis que les quantités d'acide lactique et d'acide malique varient considérablement, suivant l'origine et l'état de conservation des vins.

GÉOLOGIE. — *Sur la non-existence du Crétacé dans l'île de Hierro (Canaries).* Note [1] de M. **Fernandez L. Navarro.**

Le savant botaniste J. Pittard a rapporté, il y a quelques années, de l'île de Hierro un Oursin cénomanien que MM. Cottreau et P. Lemoine ont montré [2] être *Discoidea pulvinata* Desor, var. *major*. Peu après la publication de cette Note, j'ai fait remarquer [3] combien était singulière cette découverte dans une région où des géologues tels que Walter, Knebel et J. Gonzales n'avaient rencontré que des matériaux éruptifs; je l'avais moi-même parcourue sans y avoir rencontré aucun sédiment, sauf quelques croûtes d'un travertin récent non fossilifère que les gens du pays appellent « caliche » et qui ne peuvent même pas être utilisées pour la fabrication de la chaux tant elles sont peu importantes. Des informations que je reçus plus tard de l'île, puis une rapide visite que j'y fis en 1911 confirmèrent mon point de vue; j'ai attendu cependant pour le faire connaître avec plus de détail que j'aie pu procéder sur place à une nouvelle étude tout à fait complète.

Je suis retourné à Hierro en juillet dernier et j'ai minutieusement parcouru pas à pas tout le Barranco de la Caleta, indiqué comme localité du fossile; j'ai en outre sillonné de courses toute l'île, interrogé les habitants sur l'existence de matériaux sédimentaires qui n'auraient pu leur échapper, à cause de la valeur que possède la chaux dans ce pays qui en est privé.

Je puis aujourd'hui affirmer de la façon la plus formelle qu'il n'existe pas de Crétacé dans l'île de Hierro. Deux hypothèses peuvent être émises pour expliquer cette méprise. Le fossile en question proviendrait-il des calcaires qu'on apporte de Fuerteventura pour la fabrication de la chaux dans deux fours qui se trouvent précisément, l'un dans le Barranco de la Caleta, et l'autre dans le Barranco de Montaña Blanca, qui en est très voisin; cela n'est pas vraisemblable, car le Crétacé n'est pas connu à l'île de Fuerteventura. Une seconde hypothèse est plus vraisemblable, c'est que cet oursin faisait partie du lest d'un bateau; en effet « La Estaca »,

---

(1) Séance du 26 novembre 1917.

(2) J. Cottreau et Paul Lemoine, *Sur la présence du Crétacé aux îles Canaries* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, t. 10, 1910, p. 267).

(3) *Bol. de la R. Soc. española de Historia natural*, t. 11, 1911, p. 131 et 275.

voisine du Barranco de la Caleta, est l'unique port de l'île, c'est là où les bateaux jettent leur lest et l'on peut y rencontrer le mélange le plus extraordinaire de roches étrangères à l'île. MM. Cottreau et Lemoine ont fait d'ailleurs remarquer que quelques-uns des caractères de leur échantillon avaient été effacés par usure, ce qui indique qu'il a été roulé.

J'ai cru devoir relever ce fait, minime en apparence, à cause des conséquences d'une importance considérable qui en ont été tirées à divers points de vue et notamment pour la discussion de la question de l'Atlantide.

ZOOLOGIE. — *Sur le cycle évolutif de* Myxidium gadi *Georgévitch*. Note de M. F. **Georgévitch**, présentée par M. Delage.

Nous avons trouvé dans la vésicule biliaire de *Gadus pollachia* de la baie de Roscoff et de Pempoull cette nouvelle espèce de Myxosporidies, sur laquelle nous avons pu étudier en détail le cycle évolutif et le phénomène de sexualité.

De la spore mûre se libère un sporoplasme à deux noyaux dont la caryogamie ne s'achève qu'à la sortie du sporoplasme de la spore. Le pansporoblaste (zygote) issu de l'union totale des deux gamètes, union tant plasmogamique que caryogamique, se présente sous une forme arrondie ou sphérique, avec un noyau vésiculeux à membrane distincte et au milieu duquel se trouve un gros caryosome. Ce zygote entre en schizogonie, lorsque son caryosome laisse sortir un grain sidérophile de plus petites dimensions que le reste du caryosome. Vu la petitesse du pansporoblaste (3^{μ}) je n'ai pas pu élucider la question de savoir si le grain bourgeonne ou s'il est simplement inclus dans le caryosome. En sortant du noyau ce grain, qui est le centriole, se divise et ses deux moitiés s'écartent vers les deux pôles du zygote liées entre elles par une centrodesmose. Le reste du caryosome se partage en quatre chromosomes qui vont occuper la plaque équatoriale de la figure karyokinétique. La division du zygote est égale, homopole et se présente comme telle pendant tout l'acte de la schizogonie. On obtient ainsi deux schizontes, puis des groupes à trois, quatre, etc. schizontes, leur nombre pouvant devenir assez élevé et chacun se séparant du groupe pour refaire le même cycle. L'auto-infection se poursuit ainsi d'une manière intense.

Après plusieurs générations de schizogonies, ces schizontes entrent en

sporogonie; celle-ci se présente ici sous trois aspects différents. Ou bien elle est monosporée ou disporée, la première division de son noyau est alors inégale à l'opposé des divisions suivantes; ou bien elle est polysporée, alors toutes les divisions des noyaux sont égales. Dans le premier cas, le schizonte tout entier passe dans la spore ou dans deux spores; dans le second cas, une partie du schizonte, devenu ici une plasmodie plus ou moins grande, se condense autour des noyaux, les transforme en bourgeon interne, en agamont, qui produit à son tour la spore suivant le même processus que la monosporée, à l'exception du fait qu'il manque ici une division inégale et par conséquent qu'on n'y rencontre pas de noyaux végétatifs, les autres noyaux de la plasmodie jouant ce rôle.

Prenons comme exemple la monosporée. Dans les schizontes de petites dimensions, le noyau se divise inégalement donnant un noyau, germinatif, plus grand et un noyau, végétatif, plus petit, très sidérophile et sans structure apparente. Ces deux noyaux entrent en division (cette fois en division égale) et l'on obtient un stade à quatre noyaux dont deux plus grands et deux, végétatifs, plus petits; ces derniers ne se divisant plus. Les deux grands noyaux au contraire se divisent encore et l'on observe un stade à quatre grands noyaux et à deux petits. Puis deux des quatre noyaux se divisent et il apparaît alors un stade à six grands noyaux et à deux petits, végétatifs. Dans la suite, deux de ces noyaux émettent chacun un grain chromatique de dimensions presque égales à leurs caryosomes.

On peut établir exactement et l'ordre de leur apparition et leur rôle futur dans la formation des spores. Les deux premiers noyaux qui s'entourent d'une partie du protoplasme donneront les deux cellules valvaires, sur lesquelles se fixent toujours les deux noyaux végétatifs; le rôle de ces derniers est terminé et ils n'entraînent aucune partie du protoplasme de la plasmodie. Les quatre autres noyaux sont dans l'intérieur des deux valves. Deux de ces noyaux, aux extrémités de la future spore ellipsoïdale, s'entourent de protoplasme et formeront les cellules capsulogènes. Les deux autres plus petits, après l'émission des globules chromatiques, donneront les deux cellules des gamètes. On voit par là que les grains chromatiques représentent des éléments d'épuration chromatique, de réduction chromatique, comme on peut s'en convaincre par une étude cytologique détaillée. En effet, nous avons trouvé quelquefois les noyaux des gamètes avec deux chromosomes non réunis en caryosome unique; or tous les autres noyaux, soit qu'ils appartiennent à la schizogonie, soit qu'ils appartiennent à la

sporogonie, présentent quatre chromosomes. On voit d'ailleurs que la plasmogamie des gamètes qui succède immédiatement à la réduction chromatique, s'opère dans la spore jeune au sein de la vésicule biliaire de l'hôte où elle a pris naissance. La caryogamie consécutive au contraire s'opère longtemps après cette plasmogamie. Le changement d'hôte est nécessaire à sa réalisation.

On voit encore que dans le cas de monosporée il se forme huit noyaux, six noyaux sporaux et deux plasmodiaux (végétatifs). De plus, nous constatons la présence de deux noyaux de réduction, sous forme de grains chromatiques.

Dans le cas de disporée il y a douze noyaux sporaux, deux noyaux végétatifs et quatre grains chromatiques. Dans le cas de polysporée, tous les noyaux n'entrent pas en sporulation d'une manière synchrone, de sorte que les noyaux qui ne deviennent pas des agamontes jouent le rôle de noyaux plasmodiaux (végétatifs) pour les plasmodies qui peuvent atteindre ici des dimensions énormes. Ceci explique le fait que de telles spores ne présentent ordinairement pas de noyaux végétatifs. Dans ce cas de polysporée on observe souvent des phénomènes de plasmotomies.

Nous avons constaté qu'à aucun moment de leur existence ces parasites ne sont intracellulaires comme on a cru le confirmer tout récemment.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'aptitude à la parthénogenèse naturelle, considérée chez diverses races ou variétés de Bombyx du Mûrier.* Note de M. A. **Lécaillon**, présentée par M. Henneguy.

Les Bombyx univoltins chez qui j'ai décrit précédemment [1] des phénomènes de parthénogenèse naturelle appartenaient à deux variétés qui produisent l'une des cocons blancs et l'autre des cocons jaunes. *A priori* il semble peu probable qu'il puisse y avoir, sous le rapport de cette parthénogenèse, des différences considérables entre les diverses races ou variétés de Vers à soie. Et en effet, Filippi, en 1850, dit avoir obtenu, dans une race trivoltine, des Vers d'origine parthénogénésique. Barthélemy, en 1859, et Siebold, en 1874, observèrent le même fait dans une race bivoltine. Enfin,

---

[1] *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 234; t. 165, 1917, p. 192 et 289.

il en fut de même pour Jourdan, en 1861, chez une race polyvoltine de Chine. Cependant en présence du doute jeté sur la valeur de ces observations, par des travaux plus récents, et aussi en considération de l'importance que les recherches de parthénogenèse expérimentale ont prise depuis quelques années, et de la nécessité d'en interpréter les résultats en tenant compte des propriétés fondamentales de l'élément reproducteur femelle, j'ai pensé qu'il était indispensable de comparer un certain nombre d'œufs non fécondés, provenant de diverses races ou variétés de Bombyx, à ceux qui, jusqu'ici, m'avaient servi de sujet d'étude.

a. J'ai d'abord examiné trois pontes, de 400 œufs chacune environ, fournies par des Bombyx univoltins produisant des cocons jaune paille, qui me furent remis par M. Duchein, directeur de l'école d'Agriculture d'Ondes, et dont la race a été créée ou améliorée à la station séricicole de Montpellier.

Dans la première ponte, 12 pour 100 des œufs à peu près éprouvèrent des changements de coloration semblables à ceux que j'ai observés et décrits précédemment. Actuellement (le début de ces observations date de la deuxième quinzaine de juillet 1917, c'est-à-dire de 4 mois environ); ils sont tous dégénérés ou en voie de dégénérescence.

Dans la deuxième ponte, un seul œuf prit une couleur rose, puis dégénéra rapidement. Dans la troisième, aucun changement de teinte ne se produisit.

b. Dans dix pontes non fécondées, provenant de Bivoltins accidentels nés dans mes élevages, les divers pourcentages des œufs qui subirent des changements de coloration furent respectivement représentés par les chiffres 66, 27, 25, 24, 18, 16 (pour deux cas), 14 (pour deux cas) et 7.

Les pontes dont il s'agit ici, datant seulement de la deuxième quinzaine d'août 1917, et ayant été depuis lors conservées à une température relativement basse, ne comptent encore aujourd'hui (25 novembre) que peu d'œufs en dégénérescence. Il est donc possible qu'elles produisent, au printemps prochain, quelques chenilles plus ou moins aptes à vivre.

c. Dans une race polyvoltine de Chine, dont 25 cocons furent obligeamment mis à ma disposition par M. Lambert, directeur de la station séricicole de Montpellier [1], j'ai observé cinq pontes non fécondées contenant

[1] Suivant des renseignements fournis par M. Lambert, cette race, élevée à Montpellier depuis 30 ans, est devenue bivoltine et tend même, par quelques-uns de ses

ensemble environ 1500 œufs. Les chiffres indiquant les divers pourcentages d'œufs qui changèrent de couleur varièrent de 2,16 à 6. Pour les mêmes raisons qui viennent d'être données au sujet des pontes de Bivoltins accidentels, les pontes en question sont très peu dégénérées à la date actuelle.

d. On retrouve donc, dans les divers cas nouveaux que j'ai examinés, les mêmes faits essentiels que j'avais constatés antérieurement. Et il n'y a pas lieu de suspecter les résultats concordants annoncés depuis longtemps par les auteurs cités plus haut. Chez tous les Bombyx, l'aptitude à la parthénogenèse est réelle; il y a seulement de nombreuses variations portant sur le degré de développement que cette aptitude présente. Les transformations parthénogénésiques qui se produisent dans l'œuf peuvent s'arrêter à un stade qui semble pouvoir être extrêmement précoce, ou aller jusqu'à la production d'une larve capable de vivre et d'évoluer tout aussi bien que celles qui proviennent d'œufs fécondés.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le rôle des nageoires dans les Poissons téléostéens à vessie natatoire*. Note [1] de M. **L. Boutan**, présentée par M. Yves Delage.

Cette Note est destinée à montrer, contrairement aux idées actuellement admises, que si les mouvements des nageoires, chez les Poissons téléostéens à vessie natatoire, sont utiles, ils ne sont pas *indispensables* pour maintenir le décubitus abdominal, même chez les Poissons où le centre de gravité se trouve au-dessus du centre de poussée.

Prenons d'abord comme exemple le Muge (*Mugil capito*). Ce Poisson a la forme d'un fuseau allongé. Son centre de gravité est reporté très haut du côté de la face dorsale et très en avant du côté de la tête [2].

---

produits, à devenir univoltine. Il est intéressant de rapprocher ce cas de ceux signalés par M. Fauchère (*Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 676). L'explication que j'ai donnée de la formation des Bivoltins accidentels semble bien aussi permettre de comprendre les cas observés par MM. Lambert et Fauchère.

(1) Séance du 26 novembre 1917.

(2) Je préciserai cette indication dans un Mémoire plus étendu. C'est le Poisson dans lequel j'ai trouvé, jusqu'à présent, le centre de gravité reporté le plus haut, en l'étudiant comparativement avec les autres types, en flottabilité négative, à 10^{cm} au-dessous de son plan d'équilibre.

Je résumerai ainsi mes expériences sur un lot de ces Poissons :

1° *Section des membres pairs* (bras et jambes). — L'animal reste en équilibre dans le décubitus abdominal et les nageoires qui subsistent lui permettent de se déplacer facilement dans le plan horizontal.

2° *Section des nageoires impaires.* — Même résultat.

3° *Section des membres pairs et des nageoires impaires, sauf la caudale.* — Même résultat.

4° *Section de toutes les nageoires paires et impaires.* — Ici l'observation doit se décomposer en trois temps :

1° Aussitôt après l'opération, l'animal reste en équilibre dans le décubitus abdominal.

2° Quelques minutes après, l'animal tend à se retourner et, s'il est en flottabilité positive, il gagne la surface, le ventre en l'air.

3° Au bout de quelques jours, s'il se rétablit de ses blessures, il nage en bon équilibre dans le décubitus abdominal à l'aide des mouvements répétés de la portion postérieure du corps qui supplée à l'absence de nageoires.

Remarque. — *Dans le troisième et le quatrième cas, la stabilité longitudinale est conservée, mais le plan d'équilibre est modifié et le Poisson, dans le décubitus abdominal, nage obliquement dirigé vers le fond, la tête en avant.*

Le Labre (*Labrus Bergylta*), que j'ai étudié à Roscoff, donne le même résultat.

Le Poisson rouge (*Carassius auratus*) présente un cas encore plus intéressant.

Si l'on place un de ces animaux, acclimaté en aquarium, dans une chambre noire, et qu'au bout d'un jour ou deux on éclaire vivement l'intérieur de l'eau à l'aide d'une source électrique puissante, on constate que le Poisson reste, parfois, complètement immobile pendant un temps assez long. Une photographie, dont la pose peut s'élever, dans les circonstances favorables, jusqu'à 1 minute, ne révèle aucun déplacement dans le plan horizontal et vertical, ni aucun mouvement des nageoires.

Si l'on considère qu'un Poisson rouge, mort ou anesthésié, monte le ventre en l'air à la surface, s'il est en flottabilité positive, ou se couche au fond sur le flanc, s'il est en flottabilité négative, le fait sur lequel j'appelle l'attention semble paradoxal.

Même si l'on admet que le Poisson est placé dans un plan où sa densité

égale celle de l'eau, il reste à expliquer pourquoi il ne se couche pas sur le flanc et ne s'incline pas en avant.

Des mouvements imperceptibles des nageoires ou du tronc sont bien peu probables et se traduiraient par un certain flou dans les contours de l'image photographique. Les opercules des ouïes continuent au contraire à battre et leur mouvement me paraît expliquer le phénomène.

En résumé : 1° Les nageoires, dans un Poisson bien vivant, ne sont pas indispensables pour assurer l'équilibre dans le decubitus abdominal.

2° Même dans les Poissons où le centre de gravité est reporté très haut et où l'équilibre dans la position normale est très instable, la stabilité longitudinale et transversale peut être maintenue, après suppression de toutes les nageoires, soit par les mouvements de godille de l'extrémité du tronc, soit par le seul mouvement des ouïes, dans le cas du Poisson rouge.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme de la toxicité du sérum de la murène.* Note ([1]) de M. W. Kopaczewski, présentée par S. A. S. le Prince A. de Monaco.

Nous avons observé ([2]) l'apparition des agglomérations micellaires chaque fois où, sous l'influence des différents agents physiques, le sérum de la murène perdait ses propriétés toxiques. Cette constatation nous a suggéré l'hypothèse qu'on doit chercher l'explication de la toxicité sérique dans une réaction d'ordre physique colloïdal. Dans ce cas, trois facteurs peuvent intervenir pour faciliter ou empêcher la formation des complexes colloïdaux : la viscosité, la tension superficielle et la charge électrique. Et en effet, nous avons démontré ([3]) qu'en modifiant la viscosité ou la tension superficielle du sérum de la murène, soumis à l'influence des agents physiques destructifs, on peut volontairement faciliter ou empêcher l'apparition des agglomérations micellaires et, *ipso facto*, faciliter ou empêcher la disparition de cette toxicité sérique.

D'autre part, dans les réactions de précipitation des colloïdes la tension

---

([1]) Séance du 26 novembre 1917.
([2]) Kopaczewski, *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 725.
([3]) Kopaczewski, *loc. cit.*

superficielle après la précipitation doit être sensiblement identique au liquide intra-micellaire; si donc l'intoxication par le sérum de la murène des animaux d'expérience est une réaction physique de précipitation, la tension superficielle du sérum après l'intoxication doit avoir baissé. Nous avons observé un fait analogue dans le choc provoqué par l'*anaphylatoxine* ([1]). Cosmovici ([2]), dans un travail fait sous la direction de Portier, a observé cet abaissement dans l'intoxication par le sérum de congre ou d'anguille; nous l'avons constaté de nouveau ici : la tension superficielle du sérum de cobaye tombe de 68,90 à 65,22 dynes après l'intoxication par le sérum de la murène.

Nous avons cherché à constater la formation d'un complexe colloïdal par le transport électrique, mais sans résultat, quoique ce transport ait été effectué tout en évitant l'électrolyse. Toutefois d'après les travaux les plus récents de : Henri, Meyer, Bottazzi, Hardy, W. Oswald, la formation de ces complexes peut avoir lieu sans qu'on puisse nécessairement la constater au moyen de transport électrique.

En suivant l'hypothèse que la toxicité du sérum est due à sa structure moléculaire *sui generis* nous avons trouvé à son appui des faits observés auparavant par Gley ([3]), Camus et Gley ([4]), Briot ([5]) sur la toxicité du sérum de la lamproie, de la raie, de la torpille et surtout dans le fait connu de la toxicité du sérum de poisson non venimeux : de congre et d'anguille.

Nous avons vérifié la toxicité du sérum de la raie décrite par Camus et Gley ([6]) et nous avons expérimenté le sérum du *Scyllium catulus*, qui s'est montré pourvu d'une toxicité assez accentuée.

Cependant chez les poissons cités, à l'exception du congre et de l'anguille appartenant à la même famille que la murène, cette toxicité n'est jamais si foudroyante. Nous savons que le sang des serpents est toxique et Calmette ([7]) a constaté que le sérum antivenimeux est en même temps antitoxique contre la toxicité du sang des serpents.

Nous avons après beaucoup de difficultés immunisé des lapins contre 9

([1]) KOPACZEWSKI et MUTTERMILCH, *C. R. Soc. Biol.*, vol. 77, 1914, p. 417.
([2]) COSMOVICI, *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, 1915.
([3]) GLEY, *Soc. Biol.*, vol. 78, 1915, p. 116-188.
([4]) CAMUS et GLEY, *Soc. Biol.*, vol. 78, 1915, p. 203.
([5]) BRIOT, *Arch. Physiol.*, vol. 5, 1903, p. 271.
([6]) CAMUS et GLEY, *loc. cit.*
([7]) CALMETTE, *Les venins*. Masson, 1907.

à 15 doses mortelles du sérum de la murène, et le sérum obtenu possédait des propriétés préventives contre le venin et contre le sérum de la murène.

Ces faits montrent que le venin doit être en relation étroite avec la toxicité sérique.

Phisalix et Bertrand ([1]) concluaient à la présence du venin dans le sang des serpents grâce à une sécrétion interne; par contre, Calmette a très justement réfuté cette hypothèse, étant donné que le sérum perd ses propriétés toxiques après le chauffage à 60°, tandis que le venin résiste parfaitement à cette température.

En ce qui concerne le sérum de la murène, nous avons constaté que non seulement le venin est de beaucoup plus thermostabile que le sérum, mais que les symptômes d'intoxication et le tableau à l'autopsie diffèrent sensiblement. Nous savons, en plus, que le venin est précipitable par l'alcool; or, après la précipitation du sérum par l'alcool, on retrouve les propriétés toxiques dans le filtrat ([2]).

Ce n'est donc pas le venin, tel quel, qui se trouve dans le sang. Est-ce donc, comme le veut Calmette, une substance diastasique qui en même temps soit une partie essentielle dans la constitution complexe du venin des serpents?

Nous savons que les diastases sont précipitables par l'alcool, qu'une action diastasique en l'absence d'électrolytes spécifiques est improbable (Bertrand) et qu'en tous cas le facteur temps est essentiel dans les réactions diastasiques. Or le choc toxique provoqué par le sérum de la murène est pour ainsi dire instantané, le sérum dialysé est toxique et, après la précipitation par l'alcool, ce n'est pas le précipité qui est toxique mais bien le filtrat. Éliminons donc une action diastasique d'un ferment hypothétique.

Résumons. Une relation entre venin et la toxicité sérique de la murène est indiscutable. Est-elle due à une substance qui intervient ici? Et serait-ce une substance dans le genre des proferments, un provenin? Nous n'en savons rien, et nous n'en voyons aucun indice précis.

Dans tous les cas, la toxicité d'une telle substance hypothétique serait liée à sa structure moléculaire et à ses propriétés colloïdales. Ce fait est nettement établi par les expériences sur la tension superficielle, la viscosité et la structure micellaire des sérums expérimentés.

([1]) Phisalix et Bertrand, *Arch. Physiol.*, 1894.

([2]) Kopaczewski, *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 963 et t. 165, 1917, p. 600.

Conclusions. — Après l'intoxication des animaux d'expériences par le sérum de la murène, la tension superficielle de leur sérum baisse.

Le sérum de quelques poissons non venimeux (*Scyllium catulus*, Raie, Torpille) s'est montré toxique pour les cobayes, mais cette toxicité est de beaucoup inférieure à celle de la murène.

La toxicité sérique semble être en relation étroite avec le venin, ainsi que le prouvent les expériences sur l'immunisation. Le sérum de lapin immunisé contre 9 à 15 doses mortelles de sérum de la murène possède également des propriétés antivenimeuses.

La toxicité extraordinaire du sérum de la murène n'est pas due à la présence du venin, tel quel, dans le sang; parce que ce sérum perd sa toxicité presque totalement après le chauffage à 65°, tandis que le venin résiste à cette température.

Ce n'est pas une substance diastasique dans le sens de Calmette, étant données la toxicité du sérum dialysé ou précipité par l'alcool et la rapidité du choc d'intoxication.

Étant donnée la toxicité du sérum des poissons non venimeux, il faut plutôt admettre que la toxicité du sérum de la murène réside dans une structure moléculaire, *sui generis*, de sorte que l'injection de ce sérum dans le sang hétérogène provoque une rupture d'équilibre moléculaire qui se traduit expérimentalement par l'apparition des agglomérations micellaires et par l'abaissement de la tension superficielle du sérum de l'animal intoxiqué. Mais cette toxicité est exagérée grâce au venin, avec lequel elle doit être en relation étroite. La nature de cette relation reste à éclaircir.

A 16 heures et quart l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de septembre 1917 (*suite et fin*).

Ministère de l'Agriculture. Direction générale des eaux et forêts. Service des grandes forces hydrauliques (région du sud-ouest) : *Résultats obtenus pour le bassin du Salat pendant l'année* 1911, t. III, fasc. D, 1914-1916; — *Résultats obtenus pour le bassin du Salat pendant l'année* 1912, t. IV, fasc. D, 1914-1916; — *Résultats obtenus pour les bassins de la Nive, du Saison et du Gave d'Oloron, pendant les années* 1913 *et* 1914, t. V, fasc. A; — *Résultats obtenus pour le bassin du Salat, pendant les années* 1913 *et* 1914, t. V, fasc. D; — *Résultats obtenus pour les bassins de l'Ariège et de l'Aude, pendant les années* 1913 *et* 1914, t. V, fasc. E; — *Résultats obtenus pour le bassin du Salat, pendant les années* 1915 *et* 1916, t. VI, fasc. D. 6 cartons de documents en feuilles in-8°.

List of the geological Society of London. September, 1917. London; 1 fasc. in-12.

The frontiers of language and nationality in Europe, by Leon Dominian. New-York, American geographical Society, 1917; 1 vol. in-4°.

Brothers or the brotherhood of man, by J. D. Lawrence. Santa-Monica, California, 1917; 1 fasc.

Gli elementi per lo studio della resistenza al moto dei solidi nei fluidi, par Giuseppe Candiani. Padova, Societa cooperativa. 1917; 1 fasc. in-12.

Bibliografia general de temblores y terremotos por F. de Montessus de Ballore; séptima parte : primera entrega; 1re, 2e y 3e partes. Santiago de Chile, Imprenta universitaria, 1917; 1 vol. in-8°.

Equilibrio cosmico: parte I : L'equilibrio nel mondo fisico, par Alessandro Vecellio. Feltre, Castaldi, 1916; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans les séances d'octobre 1917.

Observations de nébuleuses et d'amas stellaires, par G. Bigourdan, t. I, 1re partie, introduction. Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 vol. in-4°.

Les sciences mathématiques en France depuis un demi-siècle, par Émile Picard. Paris, Gauthier-Villars, 1917; 1 fasc. in-8°.

La vie et l'œuvre de Gaston Darboux, par Émile Picard. Paris, Gauthier-Villars, 1917; 1 fasc. in-4°. (Extrait des *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*.)

Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. CAISSE DES RECHERCHES SCIENTIFIQUES. *Rapports scientifiques sur les travaux entrepris en* 1913 *au moyen des subventions.* Melun, Imprimerie administrative, 1914; 1 vol. in-4°.

Devoirs et périls biologiques, par le Dr GRASSET. Paris, Félix Alcan, 1917; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Charles Richet.)

Chirurgie de guerre. Les fractures, déplacements, séquelles, décalcifications, raideurs articulaires consécutives, par EDMOND DELORME. Paris, Fournier, 1917; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Laveran.)

Œuvres de Charles Hermite, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par ÉMILE PICARD, t. IV. Paris, Gauthier-Villars, 1917; 1 vol. in-8°.

Thirty-first annual report of the bureau of american ethnology to the secretary of the Smithsonian institution (1909-1910). Washington, government printing Office, 1916; 1 vol. in-4°.

Les institutions scientifiques, agricoles et forestières de l'Inde anglaise, par AUG. CHEVALIER. Hanoï-Haiphong, Imprimerie de l'Extrême-Orient, 1917; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Guignard.) (Extrait du *Bulletin économique de l'Indo-Chine.*)

Les eaux souterraines des États-Unis, spécialement dans les terrains quaternaires, par ED. IMBEAUX. Stockholm, Cederquisto grafiska aktiebolag, 1917; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Termier.)

Le réservoir souterrain de l'Égypte, par CHARLES AUDEBEAU; *L'utilisation du réservoir souterrain de l'Égypte*, par VICTOR M. MOSSÉRI; *Le labourage en Égypte*, par CHARLES AUDEBEAU et VICTOR MOSSÉRI. (Extrait du *Bulletin de l'Institut égyptien*, 1914-1916). 3 fasc. in-8°. (Présentés par M. Lecomte.)

Cours de Chimie (*Lois générales. métalloïdes*) à l'usage des candidats aux grandes écoles, par MARCEL BOLL. Paris, Dunod et Pinat, 1917; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Haller.)

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, prince souverain de Monaco; fascicule LI : *Pycnogonides provenant des campagnes scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco* (1885-1913), par E.-L. BOUVIER. Imprimerie de Monaco, 1917; 1 fasc. in-f°. (Présenté par S. A. S. le Prince de Monaco.)

La morphologie du cerveau chez les singes et chez l'homme, par R. ANTHONY. Paris, Alcan, 1917; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.) (Extrait de la *Revue anthropologique.*)

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 10 DÉCEMBRE 1917.

PRÉSIDÉE PAR M. ED. PERRIER.

En ouvrant la séance M. Ed. Perrier donne lecture de l'allocution suivante de M. A. d'Arsonval, Président de l'Académie, retenu loin de Paris par l'état de sa santé.

Messieurs,

L'an dernier, en pareille circonstance, mon cher et vénéré prédécesseur, M. Camille Jordan, souhaitait à celui qui allait le remplacer à ce fauteuil la grande joie qui lui était refusée, celle de pouvoir saluer l'aurore de la définitive victoire. Hélas! cette joie n'aura pas été mienne! Mais pour longue qu'elle soit, l'attente ne saurait entamer notre inébranlable foi dans l'avenir qu'assure la vaillance de nos armées et de celles de nos amis! Je suis certain de traduire votre unanime pensée en adressant l'expression chaleureuse et émue de notre admiration et de notre reconnaissance à tous ceux qui combattent pour la libération de nos foyers, pour la défense du droit et de la liberté.

Pendant que sur l'immense front qui s'étend de la mer du Nord à l'Euphrate, par milliers, tombent, héroïquement et dans une auréole de gloire, les défenseurs de la plus noble des causes, la mort, sournoisement, ne cesse de faucher parmi nous.

Aussi cette séance solennelle, qui devrait être une fête destinée à mettre en lumière et à glorifier les efforts des chercheurs, chaque jour encore à l'œuvre pour augmenter le patrimoine scientifique de notre Pays et de l'Humanité tout entière, est-elle trop souvent dominée et remplie par l'évocation de ceux des nôtres qui nous ont été enlevés!

Cette année, la tâche de votre Président est particulièrement douloureuse. Armez-vous de patience, la liste funèbre est longue : sept de nos confrères, six de nos correspondants manquent à l'appel.

Et d'abord, nous avons été frappés à la tête. Dans une Académie, les Secrétaires perpétuels, seuls éléments permanents du Bureau, sont les

gardiens des traditions qui, si souvent, nous tiennent lieu de règlements; ils organisent le travail, servent d'arbitres dans les discussions et à ces fonctions intérieures ils joignent celles de représentants de nos affaires étrangères, ils gèrent aussi nos finances. Ces devoirs, si délicats et si complexes, Gaston Darboux les a remplis pendant seize années avec la maîtrise, l'autorité, le dévouement dont vous avez été les témoins.

Ce que fut l'homme, le professeur, le grand savant, le profond géomètre, il ne m'appartient pas de vous le dire. Son éminent successeur, M. Emile Picard, va vous l'exposer avec l'autorité qu'il tient à la fois de sa compétence, de son propre talent et de son ancienneté parmi nous.

Vous me permettrez seulement de vous rappeler que le rôle de Darboux a été actif et brillant aussi au delà de nos frontières; sa notoriété scientifique universelle lui donnait une place en vue dans les réunions internationales, où il se plaisait à nous représenter et où il savait faire écouter notre voix. Il fut l'un des organisateurs et le président de la première assemblée générale de l'Association internationale des Académies; il avait fondé de grandes espérances sur cette institution, pensant que les relations cordiales entre les savants des différentes nationalités, qui devaient en être la première conséquence, exerceraient ensuite une salutaire influence sur les relations mutuelles des peuples. Cette noble illusion s'est évanouie à la lueur des premiers incendies de la Belgique et de la France envahies. Nous devons songer à ce que seront après la guerre les ententes scientifiques internationales; il me semble voir se dresser dans l'avenir vis-à-vis l'un de l'autre deux groupements nécessaires : l'un réunissant en un seul faisceau tous ceux qui, avec nous, ont un commun idéal de vérité, de justice et d'honneur, et, en face, — les autres.

Dans notre Section de Géographie et de Navigation, le général Bassot représentait, depuis 1893, cette science si française par ses origines qu'est la Géodésie.

Entré au Service géographique de l'armée en 1870, peu avant la guerre, Bassot y a conquis tous ses grades; il en a été le directeur de 1898 à 1903. La détermination des longueurs d'arc de méridien a été le principal objet de ses travaux. Il a été le collaborateur du général Perrier dans toutes les opérations de la mesure de la nouvelle méridienne de France.

Il a dirigé ensuite la mesure de la chaîne d'Alger à Laghouat, prolongeant le méridien de France à travers l'Algérie; plus tard, il a collaboré à cette jonction géodésique et astronomique de notre grande colonie africaine et de l'Espagne qui est célèbre dans les Annales de la Géodésie.

Sous son active direction fut élaboré au Service géographique de l'armée le programme, et commencée la réalisation, d'une carte de France au $\frac{1}{50000}$ dont l'urgence n'est pas douteuse.

L'achèvement de la nouvelle méridienne de France posait une question importante. L'arc du Pérou mesuré de 1735 à 1744 par les membres de l'ancienne Académie des Sciences, Bouguer, La Condamine et Godin, a servi avec le méridien de France de Delambre et de Méchain à déterminer la longueur du mètre ; il devenait nécessaire de reprendre avec les méthodes modernes la mesure de l'arc du Pérou. Ainsi en avait décidé l'Association géodésique internationale qui avait pensé aussi que l'honneur de cette détermination revenait à la France. L'Académie patronna cette entreprise dont fut chargé le Service géographique de l'armée. Le général Bassot eut la responsabilité de la préparation de la Mission que dirigea le commandant Bourgeois, aujourd'hui notre confrère. Vous savez avec quel succès cette œuvre, longue et difficile, fut exécutée par des officiers d'élite, en dépit de difficultés de tous genres.

Pendant treize ans et jusqu'à sa mort, le général Bassot présida l'Association géodésique internationale — une autre victime de la guerre. Quand l'heure inexorable de la retraite eut sonné, il employa sa verte vieillesse à diriger l'Observatoire de Nice que l'Université de Paris doit à la munificence de Bischoffsheim.

Le général Bassot est décédé à l'âge de 76 ans, après une longue et laborieuse carrière, tout entière consacrée au service de la Science et de la Patrie.

En 1913, l'Académie, désireuse de concourir à cette décentralisation qui, à tant d'égards, serait utile à notre pays, décida de créer dans son sein une nouvelle division réservée à quelques-uns des savants de grand mérite résidant en province. Parmi les six membres qui constituèrent les premiers cadres de cette division, trois déjà sont décédés, Gosselet et Duhem l'an dernier, Henri Bazin au début de la présente année.

Quelques voix seulement lui avait manqué, en 1897, pour être élu membre titulaire de la Section de Mécanique; il fut certainement devenu très vite notre confrère si, atteint par la limite d'âge dans ses fonctions d'inspecteur général des Ponts et Chaussées, il n'avait quitté Paris pour se retirer dans son pays natal, à Chenove près Dijon, où vos suffrages vinrent le trouver pour une place de correspondant d'abord, de membre non résident ensuite.

Bazin était le chef incontesté des hydrauliciens modernes; depuis un demi-siècle, il ne paraît pas un cours de Mécanique appliquée qui ne contienne ses formules, comme l'expression dernière de nos connaissances sur les lois du régime uniforme dans les canaux et dans les cours d'eau.

Expérimentateur de premier ordre, ne se contentant pas d'expériences de laboratoire, ainsi qu'en témoignent celles qu'il fit jadis sur le Canal de Bourgogne, il était doué à la fois d'un vif sentiment des choses et de la persévérance nécessaire pour en explorer exactement et minutieusement tous les détails. Ses deux Mémoires consacrés à des recherches expérimentales sur l'écoulement de l'eau dans les canaux découverts et à d'autres, relatives aux remous et à la propagation des ondes, ont fait époque en hydraulique. Plus tard, Bazin les compléta par de nouvelles expériences sur les circonstances les plus délicates de l'écoulement en déversoir, sur la veine contractée issue d'un orifice, sur la répartition des vitesses dans les conduites, sur le phénomène du mascaret.

Tous les travaux de Bazin ont, en outre de leur grande valeur théorique, des conséquences pratiques des plus importantes; ils garantissent son nom de l'oubli. Bazin s'est éteint à l'âge de 87 ans.

Achille Müntz appartenait depuis 1896 à la Section d'Économie rurale. Élève, collaborateur et successeur à l'Institut agronomique de Boussingault, il a continué les traditions du maître, en faisant bénéficier l'exploitation agricole des données de la Chimie et de la Physiologie animale et végétale.

Ce chimiste passionné du laboratoire n'y resta pas confiné; la caractéristique de sa méthode a toujours été d'associer au travail théorique l'expérimentation en grand dans les conditions de la pratique agricole et la recherche de résultats économiquement utilisables. Ses belles études sur la Viticulture, qui ont contribué à accroître le rendement et la qualité de la production nationale, ont été faites dans diverses régions de la France sur des centaines d'hectares et il s'est occupé personnellement de la reconstitution et de l'exploitation de grands vignobles. Ses travaux sur la production des fumiers, sur l'engraissement des animaux ont été effectués sur des étables garnies d'un nombreux bétail, et sur des milliers de chevaux.

Le nom de Müntz restera associé à celui de notre vénéré confrère, M. Schlœsing, dans la découverte mémorable du ferment nitrique qui a permis d'expliquer comment, par l'intermédiaire d'un microbe oxydant, se forment dans le sol les nitrates utilisés par la végétation. Des analyses délicates, consacrées à la composition de l'air atmosphérique, ont apporté

des données nouvelles sur sa teneur en acide carbonique aux diverses altitudes et sous des latitudes variées : elles ont conduit à la découverte inattendue de l'existence dans l'air de traces d'alcool, engendrées par la décomposition des matières organiques du sol.

De longues et patientes investigations sur la valeur alimentaire des fourrages, sur la nourriture des chevaux et les phénomènes de la digestion chez les animaux, sur le rapport existant entre leur alimentation et la production du travail ont fourni à Müntz des conclusions importantes, utilisées depuis longtemps par l'administration de la guerre et par la Compagnie des Omnibus.

Nombreux encore sont ses travaux chimiques consacrés à l'étude de la végétation, à la composition des sols et des eaux, aux engrais, à la production industrielle des nitrates par l'intermédiaire de la tourbe, etc.

Müntz était un confrère modeste et bienveillant qui a donné à l'Académie de nombreuses et discrètes preuves de dévouement : en lui léguant pour l'avenir des ressources importantes, il a voulu la mettre en mesure d'encourager davantage cette recherche scientifique qui a été le but exclusif de son existence.

Les physiologistes ont été plus particulièrement éprouvés parmi nous.

Avec Chauveau, a disparu l'un des maîtres et le doyen de la Science biologique. Il est difficile de concevoir une longue carrière scientifique mieux remplie que celle de notre confrère qui a eu le rare bonheur de conserver jusqu'à sa 90e année la plénitude de sa brillante intelligence et de son inlassable activité.

De tous les grands problèmes de la Physiologie et de la Pathologie, aucun ne lui est demeuré étranger.

Dès 1863, il aborde expérimentalement la grave question de la contagion et de son corollaire, l'immunisation, puis l'étude de l'excitant physiologique par excellence l'électricité et enfin le fonctionnement encore si mystérieux du moteur animé; avec sa grande habileté expérimentale, il en étudie les besoins, et aussi les transformations d'énergie dont il est le siège; il établit ainsi scientifiquement l'alimentation rationnelle de l'homme et des animaux. C'est par cet ensemble harmonieux que l'œuvre de Chauveau revêt son caractère éminemment social.

Dans ses recherches sur la clavelée, la variole et la vaccine, il démontre la fausseté de la croyance, alors générale, de la spontanéité des maladies infectieuses. Par dilution, filtration, décantation, diffusion des substances

virulentes, il prouve que le *contage* n'est ni un liquide, ni un gaz, mais un élément solide qu'il qualifie de corpusculaire. Ces vues prophétiques, notre immortel Pasteur en faisait bientôt des réalités démontrées en expliquant tous ces phénomènes par la même théorie, celle du *virus ferment*.

Chauveau fut un des premiers à saisir la portée des admirables travaux de Villemin sur la contagiosité de la tuberculose, si longtemps méconnue. Ses expériences de 1867 lui permirent de prouver que l'ingestion de viande tuberculeuse donne la tuberculose, qu'il y a infection par le tube digestif et que, contrairement à l'opinion de Virchow, alors admise sans conteste, il n'existe aucune différence de nature entre la tuberculose du bœuf et celle de l'homme; si en effet l'homme donne la tuberculose au bœuf, la réciproque est également vraie. Cette découverte a servi de base aux règlements sur la police sanitaire et sur la surveillance du service de la boucherie.

Chauveau a montré la nature polaire de l'excitation électrique et pour son étude il a doté la Physiologie de méthodes de mesure très précises; ses travaux classiques sur les mouvements du cœur et la circulation, entrepris avec Marey, et enfin la longue série d'investigations consacrées au difficile problème de la contraction et de l'énergétique musculaire doivent être cités parmi tant d'autres qui ne peuvent être rappelés en quelques mots.

Par la dignité de sa vie, par sa recherche constante de l'amélioration des conditions de l'existence humaine, par la majesté naturelle émanant de toute sa personne, Chauveau restera l'une des plus belles figures qu'ait produites la culture française.

Pendant trente ans, il a été l'une des lumières de notre Section d'Économie rurale et l'une des gloires de l'Académie.

Landouzy était médecin dans l'âme; il fut par-dessus tout un clinicien. Ses recherches sur l'atrophie musculaire de l'enfance, sur la méningite tuberculeuse sont classiques. A partir de 1882, il s'est consacré à la lutte contre les trois grands fléaux de la race humaine, la tuberculose, l'alcoolisme, la syphilis. Il a pu montrer que beaucoup de maladies, telles que la pleurésie, l'emphysème, certaines bronchopneumonies de la rougeole, bien que bénignes et curables, ont une origine tuberculeuse. Le bacille avec ses produits toxiques est bien à l'origine chez le malade, il persiste dans sa descendance; certaines malformations de l'enfant résultent de la tuberculose de la mère.

Landouzy ne s'est pas borné à cette constatation lamentable. Par ses travaux, par son apostolat dans toutes les capitales du monde, il a dénoncé les causes du mal et indiqué des moyens prophylactiques ou curatifs. La contamination par l'alimentation a donné lieu à des débats passionnés. En Allemagne, en Amérique, en dépit des expériences de Chauveau, on avait élevé des doutes sur la transmission de la tuberculose par la chair et par le lait des animaux tuberculeux. Aux congrès de Londres en 1902 et de Washington en 1908, Robert Koch mena une campagne vigoureuse contre l'identité des virus de la tuberculose humaine et bovine. Les résolutions imminentes du Congrès américain allaient rendre inutiles les mesures prises en France, en Angleterre, en Danemark pour lutter contre la propagation de la tuberculose à l'homme et livrer à l'alimentation des bêtes infectées. Ce fut la délégation française qui eut l'honneur de s'attaquer à cette dangereuse hérésie. Son président Landouzy assura la lourde et glorieuse tâche de diriger l'action engagée par les Arloing, les Calmette, les Courmon, etc., de tenir tête à Koch et de le contraindre enfin, faute d'arguments, à un départ soudain, imprévu, inexpliqué, sinon inexplicable. La lumière était faite, l'hygiène publique remportait une victoire et la science française un triomphe sur la science allemande.

Landouzy fut un ardent patriote qui, jusqu'à son dernier jour, se dépensa sans compter, partout où l'intérêt national était en jeu. La guerre fut pour lui une occasion de donner une dernière fois la mesure de son infatigable dévouement et il n'est pas excessif de dire que, bien que loin du front, il est tombé au champ d'honneur.

L'Académie se l'était attaché comme membre libre en 1913.

Qui de nous, dans notre séance du 8 octobre, en entendant Dastre présenter, avec sa verve coutumière, une Note d'un de ses élèves, eût pu penser que le lendemain il serait mortellement atteint par un accident imbécile et qu'il trouverait ainsi, près de cette coupole, la même fin que Pierre Curie?

Je ne puis sans émotion me reporter à l'époque lointaine où, sous les auspices de Pasteur, Dastre entrait dans le laboratoire de Claude Bernard, où nous avons longtemps travaillé côte à côte; nous n'y admirions pas moins sa conversation étincelante et la délicatesse de son cœur que son originalité scientifique. Bien armé par une forte culture dans les sciences physiques, il ne s'est permis aucune excursion en dehors du domaine de la Physiologie expérimentale; il a été récompensé de sa constance par une riche moisson de découvertes.

Les fonctions de nutrition l'ont surtout occupé, comme se prêtant le mieux à la discipline et aux méthodes des sciences expérimentales. Ces fonctions, qui paraissent simples chez les animaux inférieurs, sont, chez les êtres supérieurs, réglés par le système nerveux. Des expériences, faites en partie avec la collaboration de M. Morat, ont permis à Dastre de montrer la généralité de l'existence des nerfs vaso-dilateurs; le résultat de ses expériences a profondément modifié nos idées sur les fonctions des nerfs en montrant que le cordon nerveux est un simple conducteur qui peut contenir des fibres à fonctions, non seulement différentes, mais même opposées. Il a éclairé le rôle des ganglions sympathiques et expliqué les phénomènes inhibitoires ou d'arrêt si fréquents dans l'organisme.

Non moins importantes sont ses recherches sur le foie; par une série d'expériences, dont l'élégance et l'exactitude rappellent celles par lesquelles Claude Bernard a établi la fonction glycogénique, Dastre a montré que cet organe remplit en outre une fonction pigmentaire, une fonction martiale, une fonction adipogénique.

En dehors de ces deux études capitales, la Science lui doit l'acquisition d'une foule de faits nouveaux bien étudiés, complètement expliqués et aussi des expériences d'une grande élégance.

Successeur de Paul Bert à la Sorbonne, Dastre fut un brillant professeur et un écrivain de talent. Il savait attirer et retenir la jeunesse à laquelle il prodiguait sans compter ses conseils et les trésors de son érudition. Il ne laisse que des regrets parmi nous.

La science paléontologique était encore en deuil de René Zeiller, lorsque nous avons perdu les deux savants correspondants qui représentaient la même discipline.

Cyrille Grand'Eury s'est acquis en Paléobotanique et en Géologie, pour tout ce qui touche à la flore carbonifère, une autorité incontestée et une réputation mondiale. Dès 1869, il se fait connaître par des observations sur la flore houillère du bassin de la Loire. Depuis de longues années, Ad. Brongniart avait délaissé l'étude des plantes fossiles et nul en France ne s'intéressait plus à la végétation houillère qui continuait à faire l'objet d'importantes recherches à l'étranger. Ce fut Grand'Eury qui chez nous remit ces études en honneur.

Sa flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France apporta aux géologues et aux paléontologistes des révélations du plus haut intérêt. Mais il ne s'était pas limité à l'étude du bassin houiller français; il avait visité beaucoup de ceux de l'étranger et la comparaison

de leur flore l'avait conduit à démontrer l'existence au cours de la période carbonifère de trois étapes caractérisées par une végétation nettement distincte. Si la connaissance de ces flores successives a été complétée et perfectionnée depuis lors, rien n'a été changé aux grandes lignes tracées par Grand'Eury, qui a construit ainsi un monument définitif. Il a pu aussi préciser le niveau des gisements houillers de la France, et là encore les résultats de cet immense labeur, si nouveaux qu'ils fussent, n'ont subi depuis 35 ans que des retouches de détail.

Grand'Eury a exposé une théorie de la formation de la houille, publié des travaux sur les forêts et les sols de végétation fossiles. Sa découverte des Ptéridospermées, reliant les Phanérogames aux Cryptogames, peut être citée comme un exemple des acquisitions de valeur que lui doit la Paléobotanique.

La perte de son fils unique, tombé au champ d'honneur, a assombri les dernières années de notre confrère, sans entamer son énergie; la mort l'a trouvé la plume à la main, au cours de la publication de Recherches géolobotaniques par lesquelles il se proposait de synthétiser son œuvre. Il était notre correspondant depuis 1885.

Ingénieur des mines, Grand'Eury avait été conduit à la Botanique par la Géologie; Charles-Eugène Bertrand, élu correspondant en 1904, est arrivé à la Géologie par la Botanique.

Ses premiers travaux ont eu pour objet l'étude du développement et de la constitution du système vasculaire des végétaux. Il a montré tout le parti qu'il est possible de tirer de l'anatomie comparée des organes végétatifs pour la spécification des genres et des espèces d'un même groupe de plantes.

Parmi ses travaux de Paléobotanique, il faut rappeler ceux qui concernent les Lycopodiacées arborescentes carbonifères dont il a établi la parenté avec les minuscules *Isoetes* actuels. Mais Bertrand est surtout connu par les recherches commencées avec Bernard Renault et poursuivies pendant près de 25 ans sur ces charbons appelés Bogheads et Cannel coals. Elles ont mis en évidence l'influence capitale que les infiniment petits ont jouée dans leur production; le Boghead est constitué par l'accumulation d'une quantité prodigieuse de thalles d'algues microscopiques de nature gélosique, qui végétaient à la surface des lacs permiens, à la façon des « fleurs d'eau » de nos étangs; dans les Cannel coals, ces algues sont accompagnées ou remplacées par des spores et des sporanges de Cryptogames vasculaires et par des grains de pollen de Gymnospermes.

La mort d'Eugène Bertrand est survenue en août dernier à Lille dans les mêmes conditions douloureuses que celle de Gosselet. Comme ce dernier, il n'avait pas voulu abandonner à l'envahisseur son cher laboratoire de la Faculté des Sciences; comme Gosselet encore, il n'avait pas délaissé un seul jour son travail, donnant à l'ennemi le fier exemple d'un Français sans peur et sans reproche, fidèle jusqu'à sa dernière heure à son devoir, à la science et à sa patrie.

Notre Section d'Économie rurale a perdu en M. Yermoloff, de Pétrograd, un de ses correspondants les plus distingués dont la brillante carrière se présente sous deux aspects distincts. Il a tout d'abord publié d'importantes recherches sur la Géologie, la Chimie et l'Agriculture, puis, brusquement, il a changé de manière. Le savant, devenu Ministre de l'Agriculture de son pays, n'écrit plus, il agit et il s'efforce de transformer en réalité les projets longuement mûris pendant la première partie de sa vie.

Ces nombreux deuils se sont ajoutés à beaucoup d'autres qui nous avaient durement atteints depuis 1914. Nos rangs s'éclaircissaient d'une façon inquiétante au moment où les besoins de travail urgent nécessité par les difficultés de l'heure présente se montrent particulièrement impérieux, à l'heure aussi où il est de notre devoir de songer — nous faisons mieux que d'y songer, nous y travaillons — à préparer l'avenir en vue des multiples et troublants problèmes que posera l'après-guerre.

Non sans hésitations, l'Académie s'est décidée à reprendre les élections suspendues depuis trois ans.

Après avoir trouvé en M. Émile Picard le digne successeur de Darboux, elle a élu sept membres titulaires. Citer les noms de MM. Lecomte, Haug, Quénu, de l'amiral Fournier, de MM. Dangeard, Leclainche, du général Bourgeois, c'est montrer que le flambeau tombé des mains de leurs prédécesseurs n'est pas près de s'éteindre.

Nous avons élu comme Correspondants deux savants de haute distinction : MM. Solvay et Farlow.

Enfin, deux Associés étrangers, Sir Archibald Geikie et M. Vito Volterra nous ont apporté, avec l'éclat de leur œuvre et de leur grand nom, leur ancienne et chaude amitié pour notre Pays.

A tous, j'ai plaisir à souhaiter une cordiale bienvenue.

Je donne la parole à M. le Secrétaire perpétuel pour la lecture du palmarès.

PRIX ET SUBVENTIONS ATTRIBUÉS EN 1917.

RAPPORTS.

MATHÉMATIQUES.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Appell, Painlevé, Humbert, Hadamard, Boussinesq, Vieille, Lecornu ; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix à M. **Henri Villat**, maître de conférences à la Faculté des sciences de Montpellier, pour ses travaux d'hydrodynamique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Jordan, Émile Picard, Appell, Painlevé, Hadamard, Boussinesq, Vieille, Lecornu; Humbert, rapporteur.)

La question posée était celle-ci : *Perfectionner, en quelque point important, la théorie arithmétique des formes non quadratiques.*

Des deux Mémoires soumis au concours, la Commission n'en a retenu qu'un; il a pour auteur M. **Gaston Julia**, ancien élève de l'École normale supérieure, sous-lieutenant au 34e régiment d'infanterie, et pour titre :

Étude sur les formes binaires non quadratiques à indéterminées réelles ou complexes, ou à indéterminées conjuguées.

L'auteur ayant eu comme but déclaré l'interprétation et l'extension de la célèbre méthode de réduction continuelle d'Hermite, rappelons d'abord brièvement celle-ci.

Si $f(x, y)$ est une forme binaire *réelle* dont les racines réelles sont α_1, α_2, ..., et les couples de racines imaginaires β_1, β'_1, ..., Hermite lui associe la forme quadratique binaire et positive

$$\varphi = t_1^2(x - \alpha_1 y)^2 + t_2^2(x - \alpha_2 y)^2 + \ldots + 2u_1^2(x - \beta_1 y)(x - \beta'_1 y) + \ldots,$$

où les t, u sont des paramètres réels; pour chaque système de valeurs des t, u, il réduit φ par une substitution S, qui, appliquée ensuite à f, donne une forme équivalente, F; de là résulte, les t, u variant, un ensemble de substitutions réductrices S, et de formes F.

C'est parmi les F que Hermite détermine la réduite définitive de f. A cet effet, il montre (et nous énoncerons les résultats en supposant que f est *arithmétique*, c'est-à-dire à coefficients entiers) que les modules des coefficients de F sont limités en fonction d'une quantité positive, θ, qui dépend des t, u; il choisit ceux-ci de manière à rendre θ le plus petit possible, et appelle *déterminant* de f la valeur de ce minimum; la forme φ, dans laquelle les t, u ont les valeurs choisies, est dite la *correspondante* de f, et la forme F, qui dérive de f par la substitution qui réduit la correspondante, est la réduite de f.

Appliquant ces principes aux formes cubiques et aux formes biquadratiques à racines réelles, Hermite obtient d'intéressants résultats arithmétiques et algébriques.

M. Julia, dans la *première Partie* de son travail, a cherché d'abord à caractériser nettement l'ensemble des S et des F, en se plaçant à un point de vue géométrique, et il s'est posé le problème suivant :

Quand les t, u varient, quelle région du demi-plan analytique est décrite par le point représentatif de la forme φ ?

La réponse est d'une extrême simplicité : le domaine D cherché est un polygone convexe, limité par des arcs de circonférence normaux à l'axe réel, qui contient à son intérieur ou sur son périmètre tous les points racines de f situés dans le demi-plan; ses sommets sont tous des points

racines. On en a une définition absolument précise en passant au plan non euclidien dont le demi-plan est l'image bien connue.

L'auteur en conclut que les S sont les substitutions modulaires qui transforment un point, au moins, de D en un point du domaine fondamental classique D_0 du groupe modulaire; que les F sont les formes équivalentes à f dont le domaine a au moins un point commun avec D_0; que leur nombre n'est fini, sauf une exception sans intérêt, que dans le seul cas où toutes les racines de f sont imaginaires : on voit quelle clarté est ainsi jetée sur la théorie d'Hermite.

Reprenant ensuite l'étude de la fonction θ, M. Julia établit avec rigueur, en suivant une indication d'Hermite, la limitation des coefficients de F en fonction de θ, et l'existence du minimum de θ; il applique la théorie aux formes cubiques et biquadratiques, déterminant, *dans tous les cas* et avec une remarquable simplicité géométrique, le point représentatif de la correspondante : de là les conditions de réduction d'une forme et, si elle n'est pas réduite, la substitution réductrice; les calculs effectifs ne peuvent en général se faire que par approximation, puisque les racines de f ne sont pas connues *a priori*, mais on peut pousser l'approximation assez loin pour obtenir toujours une réponse décisive.

La *deuxième Partie* traite des formes binaires complexes qu'Hermite n'avait pas étudiées.

A une telle forme, $f(x, y)$, de racines α_1, $\alpha_2, \ldots$, l'auteur propose d'associer la forme quadratique positive, *à indéterminées conjuguées*,

$$\varphi = t_1^2\, \mathfrak{N}(x - \alpha_1 y) + t_2^2\, \mathfrak{N}(x - \alpha_2 y) + \ldots,$$

le symbole $\mathfrak{N}$ étant celui d'une *norme;* pour chaque système (réel) de valeurs des t, il réduit φ, selon les principes d'Hermite, par une substitution S, à coefficients entiers *complexes*, de déterminant *un*, d'où un ensemble de S et de formes fS, ou F, équivalentes à f.

L'interprétation géométrique se fait dans le demi-espace, divisé en domaines du *groupe de Picard :* les t variant, le point représentatif de φ décrit un polyèdre convexe, D, à faces sphériques, orthogonales au plan base du demi-espace, et dont les sommets sont les points racines de f, situés tous dans ce plan; les S et les F se caractérisent alors comme dans le cas réel, le *domaine fondamental* ordinaire du groupe de Picard jouant ici le rôle de D_0.

Pour choisir une *réduite* parmi les F, M. Julia introduit encore le minimum, dit *déterminant* de f, d'une fonction, θ, des t; il en tire la notion de

la forme φ, *correspondante* de f, et celle de la F qui est la réduite cherchée; il montre que les modules des coefficients de celle-ci sont limités, en fonction du déterminant, retombant ainsi sur un cas particulier d'un théorème célèbre de M. Jordan.

Après quelques remarques intéressantes sur les propriétés de *covariance* de la correspondante par rapport à la forme f, l'auteur, en regardant les formes réelles comme un cas spécial des formes complexes, donne l'explication d'un fait « important » qui avait frappé Hermite, sans qu'il pût en « découvrir la raison générale », à savoir que l'expression du *déterminant* en fonction des racines d'une forme réelle reste la même quel que soit le nombre de racines imaginaires, et bien que les calculs de vérification diffèrent profondément selon ce nombre.

Enfin, la deuxième Partie se termine par l'étude complète des formes cubiques et biquadratiques complexes; l'auteur y rencontre des théorèmes de géométrie non euclidienne d'une extrême élégance, grâce auxquels il détermine simplement et nettement le point représentatif de la correspondante, point dont la position dans le demi-espace lui fournit immédiatement la substitution réductrice de la forme initiale.

La *troisième Partie*, quoiqu'elle ne concerne que des formes particulières, et principalement celles qui se décomposent en un produit de formes quadratiques à indéterminées conjuguées (formes d'Hermite) offre des résultats curieux et nouveaux.

Les plus simples se rapportent aux formes $f = f_1 f_2$, où f_1 et f_2 sont deux formes d'Hermite : à f, M. Julia associe la forme d'Hermite, toujours définie, $\varphi = t_1^2 \varphi_1 + t_2^2 \varphi_2$; φ_i est la forme f_i elle-même, si celle-ci est définie; sinon, c'est la forme quadratique définie la plus générale dont le point représentatif est sur la demi-sphère représentative de f_i, et que M. Picard a déjà considérée.

Grâce à ce choix heureux de φ, l'auteur peut montrer que, t_1 et t_2 variant, le point représentatif de φ décrit, dans le demi-espace, un domaine polyédral, limité, en général, par des portions de *sphère* et des portions de *cyclide* de Dupin : c'est la première fois que cette cyclide apparaît dans l'Algèbre et l'Arithmétique. De là résulte encore un ensemble de substitutions S du groupe de Picard, et de F équivalentes à f, avec une interprétation géométrique simple et une généralisation des notions de déterminant, de correspondante, de réduite.

Au cours de la recherche, M. Julia établit ce résultat important que, si deux formes indéfinies d'Hermite ont leurs demi-sphères, σ_1 et σ_2, sécantes,

les deux groupes automorphes, à cercle principal, qui sont liés respectivement, d'après M. Picard, aux transformations semblables de ces formes, ont en commun un sous-groupe cyclique, formé par les puissances d'une substitution hyperbolique; grâce à ce théorème et à une réciproque, il ramène les formes f à des types canoniques très simples et en déduit une théorie sans lacunes de la réduction, tant pour les formes f que pour d'autres formes qui leur sont apparentées et qui se présentent naturellement dans la discussion.

M. Julia, enfin, donne la solution complète du problème suivant : « Trouver *toutes* les formes binaires, *à indéterminées conjuguées*, et de degré supérieur à *deux*, qui restent invariantes par un groupe de substitutions linéaires » : l'analogie avec les formes binaires ordinaires faisait penser qu'on ne rencontrerait que des formes répondant aux groupes *finis* classiques; à côté de celles-là, l'auteur en découvre d'autres, d'ailleurs décomposables, qui restent inaltérées par les substitutions d'un groupe *infini* cyclique; elles se rattachent au théorème que nous avons signalé plus haut.

En résumé, dans les deux premières Parties de son remarquable travail, l'auteur développe, avec toutes ses conséquences, une interprétation géométrique des méthodes de réduction continuelle, celle d'Hermite d'abord, celle ensuite qu'il propose lui-même dans le champ complexe; cette interprétation, d'une rare simplicité, rend intuitives bien des propriétés de la réduction et prendra place à côté de celles, classiques aujourd'hui, mais applicables au seul cas quadratique, qu'ont fait connaître Stephen Smith et M. Bianchi; elle apporte à l'Arithmétique des formes de degré supérieur un perfectionnement important, dont les applications aux formes cubiques et biquadratiques soulignent l'intérêt.

La roisième Partie, d'une inspiration analogue, conduit, sur bien des points, à des résultats neufs et inattendus; l'auteur continue à s'y montrer ingénieux et habile dans le maniement des théories combinées de l'Arithmétique, de l'Analyse et de la Géométrie, fusion heureuse qui semble la marque de son talent.

Aussi, à l'unanimité, la Commission propose-t-elle d'accorder le prix Bordin à M. **Gaston Julia** et d'insérer son travail dans les *Mémoires de l'Académie*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Jordan, Appell, Painlevé, Humbert, Hadamard, Boussinesq, Vieille, Lecornu; Émile Picard, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante :

Déterminer et étudier toutes les surfaces qui peuvent, de deux manières différentes, être engendrées par le déplacement d'une courbe invariable.

Le prix n'est pas décerné.
La question est retirée du concours.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Vieille, Lecornu, Schlœsing père, Haton de la Goupillière, Bertin ; Sebert, rapporteur.)

M. **René de Saussure**, alors privat docent à l'Université de Genève, a publié en 1898, dans les Archives des Sciences physiques et naturelles de cette ville, une Note *sur la cinématique des fluides* qui a été pour lui le début de longs travaux sur la théorie géométrique du mouvement des corps solides.

Ces travaux ont paru dans de nombreuses publications dont la liste est donnée dans une Note de M. Bricard parue en 1910 dans les *Nouvelles Annales de mathématiques* et ils sont connus sous le titre de *Géométrie des feuillets* par lequel leur auteur les a finalement désignés par abréviation.

Ils constituent une étude géométrique approfondie du déplacement des corps rigides qui s'inspire des travaux antérieurs et des méthodes de Chasles, Plucker et Mannheim.

M. Bricard a fait ressortir déjà l'importance des considérations dévelop-

pées par M. de Saussure et la justesse de ses conclusions, en y appliquant la méthode analytique.

Il a montré que la partie de ces travaux qui est consacrée à la géométrie cinématique du plan correspond à la géométrie ponctuelle de l'espace et présente un caractère linéaire et que leur application à la géométrie cinématique de l'espace présente, comme la géométrie réglée, un caractère quadratique.

Il a pu traiter spécialement ce dernier cas par l'analyse, en faisant usage de coordonnées tirées des formules d'Olinde Rodrigues dont M. Kœnigs a rappelé la démonstration dans ses *Leçons de cinématique*, coordonnées qui sont analogues aux coordonnées pluckériennes.

M. Cailler de Genève a aussi signalé par l'analyse d'autres conséquences des travaux de M. de Saussure, en faisant ressortir l'analogie qu'ils établissent entre ces deux genres de coordonnées.

Un nouvel exposé résumé de ses travaux a été publié en 1910 par M. de Saussure, avec le sous-titre *Une nouvelle géométrie de l'espace basée sur la considération du « corps rigide » comme élément spatial donnant naissance aux systèmes de corps rigides.*

Il y rappelle les appréciations dont ses travaux ont été l'objet et y donne un aperçu des applications qu'ils ont déjà reçues ou qu'ils sont susceptibles de recevoir.

Il y fait voir notamment comment ces travaux donnent le moyen d'opérer des interpolations graphiques qui peuvent être d'un utile secours pour déterminer les lois continues de phénomènes physiques connus par des séries d'observations isolées, et il signale que ces procédés peuvent trouver leur application pour l'étude des mouvements provoqués dans l'atmosphère par l'action des vents, ou plus généralement pour l'étude des déplacements de tout fluide en mouvement dans un plan ou encore pour la détermination des lignes de force d'un champ magnétique.

Il donne un exemple remarquable de ces applications par celle qui en a été faite pour l'établissement d'une carte des mouvements de l'atmosphère déduite de l'enregistrement des pressions et de la direction du vent, dans un nombre suffisant de stations d'observations, enregistrement effectué, à la date du 16 octobre 1886.

Cet exemple qui peut présenter un intérêt spécial en ce moment, par rapprochement avec des faits récents, montre que, tout en étant plus particulièrement du ressort de la Section de géométrie, les travaux de M. René de Saussure, qui concernent également la cinématique, sont

aussi de la compétence de la Section de mécanique et peuvent concourir pour les récompenses que cette Section est chargée de décerner.

La Commission propose, par suite, de leur attribuer le prix Montyon qui s'applique à des perfectionnements utiles au progrès de l'agriculture, des arts mécaniques et des sciences pratiques et spéculatives.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Deprez, Sebert, Vieille, Lecornu, Schlœsing père, Haton de la Goupillière, Bertin; Boussinesq, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante :

Étude théorique et expérimentale de la question des turbines à combustion ou à explosion.

Aucun candidat ne s'est présenté.
Le prix n'est pas décerné.
La question est maintenue au concours pour l'année 1920.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Sebert, Vieille, Schlœsing père, Haton de la Goupillière, Bertin; Lecornu, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Poncelet à M. **Jules Andrade**, professeur à la Faculté des sciences de Besançon, pour ses travaux de mécanique appliquée, et notamment pour ceux qui concernent la chronométrie.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PIERSON-PERRIN.

(Commissaires : MM. Deprez, Sebert, Vieille, Lecornu, Schlœsing père, Haton de la Goupillière, Bertin; Boussinesq, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Hamy, Puiseux, Jordan, Lippmann, Émile Picard; B. Baillaud, rapporteur.)

C'est à la fin de 1906 que M. **Robert Jonckheere**, dont le père, belge d'origine, était établi à Lille, devint possesseur d'un équatorial de 9 pouces d'ouverture, pourvu d'un micromètre. De cette époque à 1908, il érigea à ses frais, à Hem, à 9^{km} au nord-est de Lille, un observatoire destiné surtout aux observations d'étoiles doubles, mais pouvant aussi se prêter à l'étude d'autres branches de l'Astronomie. Il reçut plus tard des subventions du Conseil général du département du Nord, et obtint le rattachement de l'Observatoire à l'Université de Lille. Avec le temps M. Jonckheere joignit aux observations d'étoiles doubles un service horaire et des avertissements météorologiques.

Le rapport de la longueur focale de l'équatorial à son ouverture était 19, et M. Jonckheere pense qu'une grande longueur focale est favorable à la découverte d'étoiles doubles et à leur mesure. Un diaphragme iris placé devant l'objectif permettait en particulier de changer l'angle de séparation des anneaux de l'étoile principale. Les nombreux couples découverts avec cet instrument en démontrent l'adaptation favorable au travail pour lequel il a été construit.

La saison d'hiver se montra très favorable à la qualité des images. Le résultat de cette circonstance fut un nombre surprenant d'objets intéressants découverts entre 5^h et 8^h d'ascension droite. En gros, c'est entre Bellatrix et Procyon qu'on a eu le plus de résultats. M. Jonckheere, jusqu'en 1914, avait publié 15 listes de couples nouveaux, en contenant 1067.

Obligé de quitter Lille au début de la guerre, et réformé au point de vue militaire, il est passé en Angleterre et, travaillant au réfracteur de 28 pouces de Greenwich, il a augmenté de 252 le nombre de ses découvertes. Dans les nuits un peu brumeuses, il a pu séparer très nettement $0'',22$.

M. Jonckheere a envoyé récemment à l'Académie un catalogue contenant toutes les étoiles doubles qui, en 1905, jusqu'à 105° de distance polaire Nord, n'étaient pas dans le Catalogue général de Burnham, et toutes celles qui ont été découvertes depuis, avec toutes les mesures qui en ont été publiées, le caractère d'étoile double correspondant à une séparation d'au plus 5″. Le nombre des étoiles cataloguées est 3950; les positions sont rapportées à 1920,0.

Le Catalogue a été imprimé par la *Royal Astronomical Society* dans ses Mémoires dont il forme le Tome 61. La Commission du prix Lalande a été unanime à accorder le prix à M. **Robert Jonckheere**, pour l'élaboration de ce Catalogue, et demande à l'Académie que le montant, s'il est possible, en soit porté à 1000^{fr}.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux, Jordan, Lippmann; Émile Picard, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante :

Calculer plus exactement, en tenant compte des résultats des expéditions récentes, l'attraction de la Lune sur le bourrelet formé à la surface de la Terre par les marées. Examiner l'effet de cette attraction sur la vitesse angulaire de rotation de la Terre.

Aucun mémoire n'a été déposé.

La question est maintenue au concours pour l'année 1918.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Puiseux, Jordan, Lippmann, Émile Picard; Maurice Hamy, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le prix à M. **Alexandre Schaumasse**, aide astronome à l'Observatoire de Nice, pour la découverte de la comète 1917 *b*, observation d'autant plus méritoire que l'activité de l'auteur est entravée par des infirmités graves, résultant de blessures de guerre.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux, Jordan, Lippmann; Émile Picard, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux, Jordan, Lippmann; Émile Picard, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

GÉOGRAPHIE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bertin, Lallemand, Fournier, Bourgeois, Edmond Perrier, Guignard ; le prince Bonaparte, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante :

Distribution géographique des plantes tropicales et subtropicales présentant une utilité pratique.

Parmi les travaux se rapportant à cette question, la Commission a distingué ceux de M. **Henri Jumelle**, professeur de Botanique générale à la Faculté des Sciences de Marseille et directeur du Musée colonial de cette ville.

Ses premières études botaniques étaient relatives à l'Anatomie et à la Physiologie végétales. Il eut ainsi l'occasion d'étudier les conditions de l'assimilation chlorophyllienne et la transformation chez un grand nombre de plantes d'espèces diverses. Il fit des recherches sur la croissance et la vie des espèces végétales dans l'obscurité. Il porta même son attention sur la vie

des humbles Lichens. Ainsi fortement préparé il porta plus spécialement, dès 1896, son attention sur les plantes utiles des pays chauds et en particulier sur leur distribution dans l'immense territoire colonial dont la France avait fait la conquête. Il étudia alors les plantes à caoutchouc de l'Afrique occidentale, l'Erouma de la Nouvelle-Calédonie et ses produits résineux. Il passa également en revue les essences forestières exploitables de Madagascar dont un habile collecteur, M. H. Perrier de la Bathie, lui avaient fourni de riches échantillons bien complets.

Dans son volume sur le Cacaoyer, M. Jumelle étudie la culture et l'exploitation ainsi que la répartition de cette Sterculiacée dans tous les pays de production. C'est l'histoire aussi complète que possible du Cacaoyer au triple point de vue scientifique, cultural et commercial.

Dans un autre ouvrage, l'auteur étudie les plantes coloniales alimentaires et industrielles. Il y a condensé un grand nombre de renseignements sur leur distribution géographique et sur leurs cultures. Il examine successivement toutes celles qui, par l'un ou l'autre de leurs organes et sous une forme quelconque, servent à l'alimentation ou à l'industrie dans les pays chauds ou dans les pays tempérés lorsqu'elles y ont été transportées. Un volume entier est consacré aux plantes à caoutchouc et à gutta, il renferme un grand nombre de données inédites. Un savant botaniste belge, M. de Wildeman, a dit que cet ouvrage fera époque dans la littérature botanique.

Enfin, dans son ouvrage sur les ressources agricoles et forestières des colonies françaises, l'auteur a donné un tableau de géographie botanique de tous les territoires éloignés où flotte le drapeau français.

A l'heure actuelle la liste des publications botaniques de M. **Henri Jumelle** comprend 143 numéros.

On voit par ce qui précède que l'œuvre de cet actif botaniste correspond bien aux conditions du prix Gay que nous vous proposons de lui attribuer.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bertin, Lallemand, Fournier, Bourgeois, Edmond Perrier, Guignard; le prince Bonaparte, rapporteur.)

Mark Aurel Stein est entré de très bonne heure au service du Gouvernement de l'Inde britannique; il a tout d'abord occupé différents postes

administratifs dans les provinces du Nord. C'est en 1900 qu'il a commencé la série de ses explorations qui l'ont classé parmi les plus grands voyageurs asiatiques. Au cours de trois voyages, il a étudié dans ses plus grands détails les régions de l'Asie centrale et résolu un certain nombre de problèmes géographiques, tels que ceux du Lob Nor, du Leou Lan, etc. Le Gouvernement anglais lui a conféré le titre de Sir pour ses grands travaux de géographie et d'archéologie et la Société de Géographie de Londres lui a accordé une de ses plus hautes récompenses. Il a déjà été proposé comme correspondant par notre Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

Premier voyage en Asie centrale (1900-1901). Ce voyage fut exécuté sous les auspices du Gouvernement de l'Inde. L'expédition eut Cachemir comme point de départ. Ayant comme but immédiat Kachgar dans le Turkestan chinois, Stein fit choix de la route à travers Gilgit, Hunza et le Tagdoumboch Pamir, où il pénétra par la passe de Kilk. Il fait ressortir l'importance de ce Pamir qui seul appartient au Turkestan, tandis que tous les autres Pamirs divisent leurs eaux dans le bassin de l'Oxus. En quittant Talch Kourgan le Dr Stein s'est rendu en 19 jours à Kachgar par le défilé de Gez; c'est l'itinéraire de Marco Polo, d'après les recherches de M. Henri Cordier. Puis il continua son voyage à Yarkand, à Khotan, à Daudan Uilig, à Nya, à Ouzoun Tati, la P'imo de Hiouen Tsang. Enfin il étudia la question du Lob Nor. Les résultats topographiques de ce premier voyage sont considérables et les recherches archéologiques ne furent point négligées.

Deuxième voyage en Asie centrale (1906-1908). Ce deuxième voyage fut exécuté par ordre du Gouvernement de l'Inde. Stein quitta Srinagar, le 2 avril 1906 accompagné de Rai Ram Singh, le topographe indigène du Survey de l'Inde qui avait déjà pris part à son premier voyage et d'un caporal du génie. Le champ des opérations s'étend cette fois des vallées de la frontière indo-afghane, à Toun-Houang, à la frontière de Chine, en passant par l'Indou Kouch, les Pamirs, les sources de l'Oxus, le Tarim et le Lob-Nor. Des explorations furent faites dans les chaînes des Nan Chan dont on releva 20000 milles carrés dans les régions montagneuses et peu connues avoisinant le Tibet. Une seconde campagne fut dirigée dans l'hiver de 1907 à 1908 dans le bassin du Tarim. Le désert de Takla Makan fut traversé dans sa plus grande largeur. L'été et l'automne de 1908 furent consacrés à l'étude géographique des Kouen Loun au sud de Khotan et de Kenya; enfin le bassin supérieur du Kara Kach Darra fut atteint. Un atlas de

94 feuilles à l'échelle de 4 milles par pouce représente le territoire étudié au cours de ces trois années de labeur incessant.

Troisième voyage en Asie centrale (1913-1916). Ce voyage fut entrepris sous les auspices du Gouvernement de l'Inde britannique. Le Dr Stein quitta Cachemir avec son compagnon Rai Bahadur Lab Singh, traversa de nouveau toute l'Asie centrale et pénétra en Chine jusqu'au Kan-Sou; en particulier, il a définitivement réglé la question du Lob Nor. Un trait important de cette nouvelle exploration est l'étude du Seistan persan où il retrouve une série de postes fortifiés rappelant ceux qu'il avait découverts en 1907 dans le désert de Toun Houang. Au cours de ce grand voyage, Stein avait étudié l'ancien Leou Lan dans le désert de Gobi et visité Kara Khoto, exploré par Kozlov, et dans laquelle il voit l'Etsina de Marco Polo.

Par ce qui précède on voit l'ampleur et la grande importance du voyage de Sir **Mark Aurel Stein**, et c'est pourquoi nous vous proposons de lui attribuer un prix sur la fondation Tchihatcheff.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

NAVIGATION.

PRIX DE SIX MILLE FRANCS

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

(Commissaires : MM. Grandidier, Boussinesq, Deprez, Bertin, Vieille, Lallemand, Lecornu, Fournier, Bourgeois ; Lippmann et Sebert, rapporteurs.)

La Commission propose de partager le prix ainsi qu'il suit :

Un prix de la valeur de *quatre mille francs* à feu le commandant **Camille**

Tissot, capitaine de frégate, pour ses études des méthodes de protection de la navigation;

Un prix de la valeur de *deux mille francs* à M. G. **Sugot**, ingénieur de l'artillerie navale, pour ses travaux de balistique théorique et pratique.

Rapport de M. G. **Lippmann** *sur les travaux du commandant* Tissot.

Le commandant **Camille Tissot** s'est activement occupé des méthodes propres à augmenter la sécurité de la navigation en temps de guerre. Ses plus récentes expériences, auxquelles il a consacré ses dernières forces, paraissent aussi intéressantes par leur principe que sur les résultats qu'elles ont donnés.

Votre Commission vous propose d'attribuer au commandant **Camille Tissot** la somme de *quatre mille francs* sur le prix de Navigation.

Rapport de M. le général **Sebert** *sur les travaux de M.* Sugot, *ingénieur de l'artillerie navale.*

M. G. **Sugot**, ingénieur de l'artillerie navale, a soumis au jugement de l'Académie, en vue de l'obtention du prix de 6000^{fr}, destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales, six Mémoires concernant des questions d'artillerie et de balistique théorique et pratique.

Les quatre premiers se rapportent à la balistique intérieure, comprenant l'étude du développement des pressions de la poudre et des vitesses du projectile, en chaque point de l'âme d'un canon, et les deux derniers à la balistique extérieure et à la détermination des éléments des trajectoires des projectiles des nouvelles bouches à feu à grande puissance.

En ce qui concerne la balistique intérieure, un important Mémoire de l'auteur, publié, en 1913, dans le *Mémorial de l'Artillerie navale* sous le titre : *Les formules de la théorie Charbonnier*, comportait la mise au point des formules données, en 1907, par M. l'ingénieur en chef d'artillerie navale *Charbonnier*, par l'établissement des formules générales et la détermination des valeurs moyennes des coefficients applicables aux poudres de la guerre et de la marine.

Il montrait la possibilité d'employer, en général, des formules simplifiées, débarrassées de leurs termes correctifs, dont l'influence n'est sensible, sur

les vitesses, que lorsque la combustion est lente et, sur les pressions, que lorsque la combustion est très vive.

Son travail contenait la justification de la valeur des formules par la vérification des coefficients différentiels des poudres, calculés dans les conditions les plus diverses. Il renfermait des feuilles de calcul détaillées pour formules complètes et formules simplifiées. Il montrait enfin le moyen d'appliquer les formules à l'étude d'un matériel en projet.

Dans un second document, également publié, en 1913, dans le *Mémorial de l'Artillerie navale* sous le titre : *Note sur l'établissement d'un projet de bouche à feu*, M. Sugot a montré le moyen d'utiliser les formules de la balistique intérieure, données dans le précédent travail, pour l'établissement d'un projet de bouche à feu déterminé et il en a tiré d'intéressantes conclusions, sur l'influence des grandes chambres et sur les conditions les meilleures pour la précision du tir, avec emploi des poudres les plus vives.

Dans un troisième travail, publié encore dans le même recueil, en 1913, sous le titre : *Méthodes de recette et de tarage des poudres*, il a étudié les mesures les plus avantageuses à prendre pour obtenir, dans la pratique, que les « charges d'emploi », attribuées, par les Commissions de recette de l'Artillerie navale, aux différents lots d'approvisionnement de poudres, donnent exactement, au tir des différents canons, les vitesses mêmes avec lesquelles sont établies les tables de tir de ces canons.

Étant donné que, par raison de simplicité et d'économie, on est conduit à effectuer la recette de tous les lots de poudres, de même indice et même de plusieurs indices, dans un même canon, appelé *canon-éprouvette*, et que ce canon est souvent choisi d'un calibre plus petit que le calibre d'emploi, il a cherché à préciser les transformations à faire subir, aux vitesses et pressions de recette ou de tarage obtenues, pour les rapporter exactement aux conditions de l'emploi, de façon à faire disparaître les critiques, souvent formulées, au sujet des écarts importants qui pouvaient exister entre les vitesses effectivement réalisées et les vitesses des tables.

Il a donné ainsi le moyen d'effectuer économiquement, à l'aide d'un petit nombre de canons-éprouvettes, de petit calibre relatif, la recette de toutes les poudres en usage, pour le service de la marine notamment.

Enfin, dans un Mémoire manuscrit complémentaire, qu'il a établi au mois de juillet 1914, M. Sugot a réuni, pour le service de la Commission de Gavre, une série de tables numériques, obtenues par la combinaison des tables générales données dans son premier travail, et ces tables permettent de résoudre, avec une extrême rapidité, tous les problèmes usuels relatifs

à la préparation et à la discussion des expériences de balistique intérieure.

En dehors des problèmes principaux, où il s'agit du calcul des éléments du chargement, elles permettent l'évaluation rapide et très suffisamment exacte de tous les coefficients différentiels, relatifs aux vitesses et aux pressions.

Elles ne constituent pas une solution approchée des problèmes de la balistique intérieure, mais donnent, sous une forme condensée, les mêmes solutions que les formules générales, y compris les termes du second degré. Ce résultat a été obtenu par une heureuse méthode de décomposition du problème, qui permet de mettre en évidence des termes correctifs généralement très petits et que l'on peut négliger sans inconvénients.

La disparition de ces termes correctifs allège considérablement les opérations de calcul à effectuer et les tables qui les condensent. En particulier, toutes les tables des fonctions balistiques, tant primaires que secondaires et aussi correctives, ont disparu et ont été remplacées par des combinaisons de ces fonctions qui donnent, pour ainsi dire, sans calculs, la solution cherchée. Ce travail de M. Sugot constitue, par suite, un heureux complément de son précédent Mémoire et une utile simplification des méthodes de calcul en usage à la Commission de Gavre.

Pour la balistique extérieure, M. Sugot a envoyé un premier Mémoire manuscrit établi, à la date du 2 juin 1916, sous le titre : *Méthode des vitesses fictives pour le calcul rapide des éléments des tables de tir, entre* 20 *et* 40 *degrés.*

On sait que si, pour le tir de plein fouet, on peut recourir à un calcul rapide des trajectoires des projectiles, calcul qui est suffisamment précis, grâce à l'emploi d'un terme correctif récemment introduit, pour en raccorder les résultats avec ceux de la méthode par arcs successifs, jusqu'à 15 et à la rigueur 20 degrés, il n'en est pas de même au delà de ce dernier angle et il faut alors recourir à la méthode des arcs successifs, qui nécessite des calculs très laborieux.

C'est à faire disparaître ces difficultés que M. Sugot s'est attaché dans ce Mémoire. Il y est parvenu par un ingénieux artifice, en décomposant les expressions analytiques des éléments de la trajectoire en deux facteurs, dont l'un, qui subit de grandes variations avec les données initiales, a exactement la forme du facteur correspondant d'une trajectoire dans le vide et l'autre, qui varie peu avec les arguments du tir, est donné par des tables numériques de correction.

Après l'exposé théorique de la méthode, il en avait donné de nombreux

exemples d'application et il avait complété son travail par des tableaux permettant le calcul presque immédiat de tous les éléments des tables de tir, pour chacun des angles de 20, 25, 30 et 40 degrés, en fonction de la vitesse initiale V_0 et de la portée sous 25 degrés, remplacée, comme argument, par le rendement *r*.

Il avait d'ailleurs donné les formules applicables pour le calcul de tous les éléments des tables de tir: coordonnées du sommet, portée, durée de trajet, dérivation, corrections de la vitesse du vent et de la vitesse du but, corrections de la dérive, pour la vitesse du tireur, pour l'inclinaison des tourillons, etc.

Toutefois, dans ce premier Mémoire, M. Sugot n'avait effectivement appliqué sa méthode, à titre d'exemples, qu'au calcul des éléments principaux de la trajectoire; savoir : le sommet et la portée, qu'il suffit de considérer pour les tirs ordinaires à grande portée ou pour les tirs de bombardement par-dessus des obstacles.

Dans un nouveau Mémoire manuscrit, qu'il a envoyé, à la date du 25 décembre 1916, l'auteur a donné l'expression des éléments d'un point quelconque de la trajectoire, en vue des tirs contre les aérostats, et a réalisé ainsi de nouveaux progrès, particulièrement précieux en ce moment.

Tous ces travaux de M. G. Sugot ont contribué grandement à accroître le rendement et l'efficacité des moyens de préparation de notre matériel de guerre et notamment de notre matériel naval. Ils dénotent, de la part de leur auteur, un esprit ingénieux et pratique, soucieux de la précision nécessaire dans des matières aussi délicates et ils ont apporté, dans les circonstances critiques que nous traversons, un concours appréciable à la défense de notre pays.

Ils rentrent dans le cadre des travaux que le prix de 6000^{fr} est destiné à récompenser et nous proposons d'accorder à leur auteur une somme de *deux mille francs* sur les arrérages de ce prix.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Grandidier, Boussinesq, Deprez, Sebert, Bertin, Vieille, Lallemand, Fournier, Bourgeois ; Lecornu, rapporteur.)

La Commission propose de partager le prix ainsi qu'il suit :

Un prix de la valeur de *deux mille francs*, conjointement à MM. **Georges Sensever**, aviateur, lieutenant d'artillerie coloniale, et **L. Ballif**, ingénieur de l'artillerie navale, pour leur ouvrage intitulé : *Le combat aérien* ;

Un prix de la valeur de *deux mille francs*, à M. **Edme Bonneau**, ex-mécanicien de la marine, pour son instrument destiné à indiquer à tous moments aux aviateurs la position de leur appareil par rapport à la verticale.

MM. **Georges Sensever** et **L. Ballif**, anciens élèves de l'École polytechnique, dont le premier, aviateur et lieutenant d'artillerie coloniale, a été victime d'un accident mortel survenu au cours d'un vol en service commandé à Villacoublay en 1913, avaient rédigé ensemble, au début de cette même année, sous ce titre : *Le combat aérien*, un travail qui a paru seulement depuis la guerre. « Peut-être, lit-on en tête du premier Chapitre, les personnes qui n'ont pas suivi de près l'évolution si rapide de l'Aéronautique, en France et à l'étranger, peuvent encore sourire du titre de cet Ouvrage comme d'une anticipation trop hardie sur un avenir éloigné. »

Nous savons maintenant à quel point cet avenir allait, au contraire, suivre de près 1913.

Un simple coup d'œil jeté sur la table des matières suffit pour montrer que les auteurs avaient su nettement prévoir, un an d'avance, quels problèmes ferait naître le combat aérien : effets des projectiles sur les aéronefs ; méthode de bombardement d'un objectif fixe ; problème du tir sur un objectif aérien ; attaque des dirigeables par les avions, etc., voilà quelques-unes des questions passées en revue. Nous n'avons pas la compétence nécessaire pour nous prononcer sur la valeur tactique de cet Ouvrage ; mais nous estimons qu'il présente au point de vue scientifique un réel intérêt, notamment dans le chapitre intitulé « Cinématique

aérienne » et dans les considérations dynamiques développées en maints endroits.

La Commission propose d'accorder aux auteurs la moitié du prix Plumey.

Elle ne peut pas, pour des raisons sur lesquelles il est inutile d'insister, fournir de plus grandes précisions relativement à l'instrument de M. **Edme Bonneau**, auquel elle propose de décerner l'autre moitié du prix.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PHYSIQUE.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Bouty, Villard, Branly, Boussinesq, Émile Picard, Carpentier; A. Blondel, rapporteur.)

M. **Henri Armagnat** s'est signalé depuis longtemps à l'attention des électriciens et des savants par d'habiles recherches expérimentales et des publications qui ont aidé au développement de plusieurs branches spéciales de l'industrie électrique française.

Il a contribué, pour une large part, aux progrès de la construction scientifique des instruments de mesure, par le concours précieux qu'il a apporté pendant de longues années, comme chef du laboratoire de la maison J. Carpentier, tant à cette maison qu'à de nombreux savants, pour la mise au point de leurs appareils. Il a fait profiter le public de ses études et des leçons de son expérience par la publication d'un excellent Traité des instruments et méthodes de mesures électriques (qui a eu deux éditions en 1896 et en 1902), d'une étude sur les wattmètres, publiée en 1900, et d'un rapport général au Congrès des applications de l'électricité en 1908.

On lui doit plusieurs perfectionnements dans les mesures magnétiques : il a étendu aux fortes inductions l'emploi des perméamètres Picou-Carpentier; il a modifié d'une manière heureuse l'appareil d'Eppstein pour la

détermination des pertes dans les tôles, en ajoutant, pour la mesure des forces électromotrices induites, un circuit induit spécial qui permet d'éliminer les erreurs dues à la résistance du circuit inducteur.

Il a apporté d'intéressantes contributions aux applications de la polarisation électrolytique, d'une part, pour la construction de l'interrupteur Wehnelt, en réduisant le voltage nécessaire à 10 ou 12 volts par l'échauffement du liquide, et, d'autre part, pour l'utilisation du détecteur électrolytique Ferrié, en déterminant l'influence de la tension employée sur la sensibilité et la netteté du « seuil » du courant redressé.

Il est l'auteur de l'application de l'oscillographe Blondel à la méthode de résonance électrique de Pupin; entre ses mains, la photographie oscillographique a apporté à cette méthode une clarté et (moyennant certaines précautions) une précision qui en ont étendu beaucoup les applications.

M. Armagnat a consacré, d'autre part, d'importantes et patientes études à la bobine d'induction de Ruhmkorff; il en a exposé la théorie générale et fait pour la première fois l'analyse oscillographique; cette dernière a fait ressortir notamment l'influence des différentes constantes de construction, la réaction des oscillations du secondaire sur les oscillations du primaire, les perturbations produites par le rallumage des étincelles du trembleur pendant la rupture du circuit primaire, etc. Enfin le remarquable Traité didactique que M. Armagnat a publié en 1905 sur la bobine d'induction a aidé à faire connaître ces résultats nouveaux et à répandre en France des notions précieuses sur la théorie et le fonctionnement de cet appareil.

Par une suite naturelle de ces travaux, M. Armagnat s'est trouvé conduit à étudier de même le fonctionnement des appareils si répandus que sont aujourd'hui les magnétos d'allumage, et à faire connaître, pour la première fois en 1915, les méthodes de mesure rationnelles qui leur sont applicables, et tous les éléments qui caractérisent le fonctionnement de ces machines; il a montré, à cette occasion, le rôle fondamental de la forme de leur courbe de force électromotrice induite, et les principes de leur autorégulation, enfin certaines propriétés des aimants industriels.

Expérimentateur habile et méthodique, M. Armagnat a pris une part importante à de nombreuses recherches industrielles, notamment à celles de la Société « Nilmelior » sur les magnétos, et de M. Gaumont sur l'enregistrement simultané du cinématographe et du phonographe, etc.

Enfin, depuis la déclaration de la présente guerre, il a apporté, hors de toute obligation militaire, un concours désintéressé et des plus précieux à l'Établissement central de la Radiotélégraphie militaire pour l'étude, la

mise au point et les étalonnements de différents appareils intéressant la Défense nationale. Le moment n'est pas venu de faire connaître tous les résultats utiles de ce concours, mais on peut signaler dès maintenant que M. Armagnat a imaginé de nouvelles méthodes de mesures fort intéressantes pour les appareils de haute fréquence.

L'ensemble des travaux qu'on vient d'exposer, l'excellente méthode et l'ingéniosité qui les caractérisent, le rôle si utile joué par leur auteur pour le développement de l'industrie électrique française et pour la Défense nationale justifient pleinement l'attribution du prix Gaston Planté à M. **Henri Armagnat**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Bouty, Branly, Boussinesq, Émile Picard, Carpentier; Villard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix Hébert à M. **Hyacinthe Guilleminot**, chef des travaux pratiques de physique biologique à la Faculté de médecine de Paris, pour son ouvrage intitulé : *Les nouveaux horizons de la Science*.

Dans une suite d'intéressants volumes M. Guilleminot passe en revue les plus brillantes découvertes de la physique moderne, ainsi que les grands problèmes de philosophie naturelle que ces découvertes ont, de nouveau, soulevés.

L'auteur ne fait pas seulement preuve d'une connaissance approfondie des sujets qu'il aborde ; il sait, de plus, donner à l'exactitude scientifique la clarté qui rend aisément accessible au lecteur l'exposé de doctrines encore en pleine évolution.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX H. DE PARVILLE.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Bouty, Villard, Branly, Boussinesq, Émile Picard, Carpentier; A. de Gramont, rapporteur.)

Les recherches méthodiques, poursuivies par M. Charles de Watteville depuis 1904, ont considérablement contribué au progrès de nos connaissances relatives aux spectres de flamme et à la structure de la flamme elle-même. Utilisant un dispositif déjà employé par M. Gouy, il a reconnu que les diverses régions de la flamme manifestent, au point de vue spectral, des caractères nettement tranchés. Les plus fortes raies de l'arc sont présentes dans la flamme, tandis que la région la plus chaude, celle qui avoisine le cône bleu, donne un spectre à peu près identique à celui d'une étincelle rendue oscillante par l'introduction d'une self-induction dans le circuit de décharge d'un condensateur. M. de Watteville a obtenu, avec un réseau concave, ou des prismes, les spectres de la plupart des métaux usuels, dont les nombreuses raies ont été mesurées par l'auteur. Il a montré que les spectres de flamme sont très notablement plus riches en raies qu'on ne l'admettait, et que ce n'est le cas, lorsque la substance est simplement introduite dans la flamme déjà formée. Par exemple, dans la région comprise entre 5600 et 2250 U.Å., M. de Watteville a pu mesurer, pour le fer, plus de 700 raies. Ces spectres s'étendent, en outre, fort loin dans l'ultraviolet.

Les régions diverses de la flamme émettent des séries différentes de raies spectrales. Si l'on forme une image de la flamme assez petite pour se projeter en entier sur la fente du spectrographe, on observe que les spectres des métaux alcalins sont divisés, longitudinalement, en trois bandes parallèles qui correspondent aux trois régions principales de la flamme. Les lignes dont la longueur est égale à celle de l'ensemble de la flamme appartiennent à la série principale de l'élément considéré, tandis que celles qui s'arrêtent aux deux étages inférieurs se rangent dans les séries secondaires. La relation mathématique qui existe entre les longueurs d'ondes de ces raies permet de supposer que l'atome se trouve à un degré de fractionnement particulier aux différentes régions de la flamme.

Pour tous les métaux étudiés, de simples variations d'ordre thermique ayant paru suffisantes pour produire les différences spectrales constatées, M. de Watteville a fait une double série d'essais et de vérifications de cette hypothèse. Il a, d'abord, photographié à l'aide d'un dispositif strobosco-

pique, sur la même plaque, les spectres correspondant à des phases différentes d'un arc alimenté par le courant alternatif. Certaines des raies du spectre, très intenses au moment où le courant est maximum, peuvent disparaître complètement, tandis que d'autres raies beaucoup moins fortes ne varient pas d'éclat avec la phase de l'arc. Ces dernières, émises même pendant le changement de sens du courant, sont celles que les flammes montrent avec le plus de facilité. Les expériences de M. de Watteville sur la variation du spectre de l'arc alternatif ont été reprises, et confirmées, aux États-Unis, par M. Crew.

Poursuivant le même ordre d'idées, M. de Watteville a construit un appareil au moyen duquel on observe l'étincelle électrique, un temps assez court après sa production, pour permettre d'enregistrer le spectre émis par la vapeur métallique incandescente qui persiste après le passage de la décharge, c'est-à-dire après la suppression du courant qui a donné naissance au phénomène.

Ces essais, interrompus par la guerre, ont déjà montré des variations spectrales analogues à celles qui existent dans l'arc alternatif. L'appareil convient d'ailleurs également à l'étude des spectres de phosphorescence et a permis à son auteur de montrer que le spectre émis par la fluorine verte, sous l'influence de la lumière de l'étincelle de divers métaux, est indépendant de la nature des électrodes. Il n'y a donc pas, dans ce cas, de phénomènes de résonance entre les raies du spectre excitateur et celle du spectre excité.

M. de Watteville a étendu aux métalloïdes ses recherches sur les spectres de flamme et il a réussi à obtenir, soit des spectres de raies, encore inconnues, soit des bandes à peine entrevues avant lui. En collaboration avec M. A. de Gramont, il s'est livré à l'étude comparée des spectres de bandes du silicium et du phosphore dans la flamme et dans l'étincelle oscillante, en opérant, toujours par les procédés photographiques, et en atteignant des régions très réfrangibles de l'ultraviolet. Les mêmes bandes ont été obtenues dans ces sources lumineuses de nature, en apparence, si différentes.

Enfin on doit à MM. Hemsalech et de Watteville toute une série d'intéressants travaux publiés en commun, relatifs aux spectres des flammes plus chaudes que celle du gaz d'éclairage et de l'air, et à leurs divers centres d'émission. Ces dernières expériences ont été réalisées au moyen d'un ingénieux dispositif qui consiste à faire passer, au préalable, sur un arc ou une étincelle électrique jouant le rôle d'un pulvérisateur, l'un des gaz qui doit alimenter la flamme. La faible quantité de matière entraînée suffit à donner

naissance à son spectre de flamme. On peut, ainsi, opérer à sec sur des quantités infimes de matières, ce qui est avantageux lorsqu'on a affaire à des métaux précieux ou rares.

En attribuant à M. Charles de Watteville le prix H. de Parville, la Commission estime que l'Académie reconnaîtra le mérite de travaux importants en Spectroscopie, qui ont contribué d'une manière notable au développement de cette Science.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX HUGHES.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Villard, Branly, Boussinesq, Émile Picard, Carpentier; Bouty, rapporteur.)

M. Amédée Guillet a été successivement préparateur au laboratoire de M. Lippmann, secrétaire de la Faculté des Sciences de Paris, enfin maître de Conférences à ladite Faculté, attaché à la chaire de M. Lippmann. L'enseignement de ce maître éminent a profondément agi sur M. Guillet, qui s'est de bonne heure attaché à mettre en œuvre certaines méthodes suggérées ou traitées théoriquement par M. Lippmann et auxquelles il a très utilement donné une forme pratique. Il est l'auteur de nombreux Mémoires relatifs aux branches les plus diverses de la Physique.

Malgré des occupations professionnelles qui, en dehors des vacances universitaires, ne lui laissaient que de très rares heures de liberté, M. Guillet, grâce à une volonté persévérante et à un labeur incessant, est parvenu à créer des méthodes originales et à réaliser des dispositifs électromécaniques qui n'ont pu être amenés à leur forme définitive sans de longs et pénibles tâtonnements. On peut dire que M. Guillet, en même temps qu'il se propose un problème à résoudre et qu'il en aperçoit théoriquement la solution, conçoit du même coup la disposition des appareils à créer, sous leur forme la plus élégante et la plus simple.

Il est impossible d'entrer ici dans le détail de l'œuvre scientifique de M. Guillet. J'insisterai particulièrement sur une étude générale des vibrations amorties (Leçons professées à la Faculté des Sciences) et sur l'usage qu'il a fait des phénomènes d'induction pour des mesures absolues très variées. Frappé de ce fait que toutes les méthodes pour la détermination

de l'ohm n'avaient porté jusque-là que sur de faibles résistances, il s'est proposé de réaliser directement un kilohm absolu (Thèse de doctorat). Ce travail avait été précédé d'une étude approfondie de l'entretien des oscillations d'un pendule géodésique, en remplaçant les petites impulsions données par le jeu de l'ancre, par la décharge à travers de petites bobines agissant sur un barreau de fer doux de quantités égales d'électricités contraires, produites par induction à l'instant des passages en sens inverse du pendule par sa position d'équilibre. De là à l'électro-diapason, il n'y a qu'un pas et M. Guillet a fait une étude complète de cet appareil. Ultérieurement, il applique les phénomènes d'induction à la détermination de la constante d'un électrodynamomètre absolu; à la construction d'une machine à plan de référence électrique propre à répéter une même translation donnée; à la mesure de petites longueurs et de la constante d'Young qui s'y rattache, si ces longueurs sont des allongements élastiques.

M. Guillet met en outre en évidence le rôle de l'amortissement, dans l'essai des fers et crée en conséquence une méthode d'essai entrée immédiatement dans la pratique industrielle. Il aperçoit enfin le parallélisme des phénomènes électriques d'induction et des phénomènes mécaniques, de telle sorte qu'à chaque problème de l'un de ces deux ordres correspond un problème de l'autre ordre et que la solution expérimentale de l'un quelconque d'entre eux entraîne immédiatement celle de l'autre. Ainsi l'auteur cherche et découvre les relations variées qui lient les unes aux autres les questions en apparence les plus diverses et son esprit inventif en tire des dispositifs expérimentaux imprévus.

Je signalerai encore les travaux suivants d'ordres divers :

Réalisation du mouvement circulaire uniforme par actions périodiques synchronisantes. Trieurs par synchronisation. Combinaison de deux séries harmoniques (électrocorde).

Roue à denture harmonique. Application à la construction d'un chronomètre de laboratoire à mouvement uniforme et continu.

Interrupteur de bobine d'induction constitué par l'arc primaire.

Sur une forme simple de magnétomètre.

Appareil pour la mesure de g par la chute d'un corps dans le vide.

Électromètre absolu fondé sur l'attraction d'un plan électrisé sur une sphère. Méthode mathématique pour le calcul des fonctions introduites par cette étude et celle de l'attraction de sphères égales.

La perfection de ces travaux si divers, la méthode suivie par l'auteur pour les relier entre eux et en tirer des conséquences plus ou moins loin-

taines révèlent un physicien accompli et justifient amplement l'attribution du prix Hughes à l'auteur de ce bel ensemble de recherches.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

CHIMIE.

PRIX MONTYON. — ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Schlœsing père, Carnot, Maquenne; Moureu, rapporteur.)

L'étude des moyens à mettre en œuvre pour protéger nos troupes contre les gaz nocifs est plus que jamais à l'ordre du jour. C'est dans ce domaine, cette année encore, que la Commission demande à l'Académie de récompenser quelques auteurs de travaux intéressants.

Elle propose la répartition suivante :

Le prix, de la valeur de *deux mille cinq cents francs*, est décerné conjointement à MM. **Marius Picon** et **Marcel Lantenois**, pharmaciens aides-majors;

Une première mention honorable, de la valeur de *quinze cents francs*, est accordée à M. **Charles Dufraisse**, pharmacien aide-major;

Une deuxième mention honorable, de la valeur de *mille francs*, est accordée à M. **Pierre Savès**, sous-lieutenant d'infanterie.

Prix. — Au moment où l'ennemi a commencé à faire usage de matières asphyxiantes par l'émission de vagues ou par bombardement avec des projectiles chargés de ces produits, MM. **Marius Picon** et **Marcel Lantenois** ont été appelés à examiner, sous la direction du professeur Lebeau, les valeurs relatives de diverses formules d'imprégnation pour les masques destinés aux hommes de troupe. Outre les essais physiologiques personnels auxquels ils ont dû se livrer, ils ont établi des méthodes de mesure d'efficacité, qui ont rendu les plus grands services aussi bien au cours des

recherches expérimentales que dans le contrôle de la fabrication des masques.

Ces travaux ont permis ultérieurement de poursuivre l'examen des masques ayant subi l'action des gaz nocifs et de déterminer, par la mesure de l'efficacité restante, la valeur de protection pratique des appareils employés.

MM. Picon et Lantenois ont, en outre, entrepris une étude approfondie des matières transparentes susceptibles d'être utilisées pour les viseurs des masques, et cette étude a abouti à une amélioration notable et à un contrôle plus étroit des fabrications.

Ils ont enfin contribué, par leurs recherches, à la constitution des types d'appareils spéciaux pour assurer la protection des ouvriers d'usines contre les gaz ou vapeurs insalubres résultant des fabrications du matériel de guerre.

Depuis deux ans et demi, MM. **Marius Picon** et **Marcel Lantenois** ont poursuivi ces travaux, aussi utiles pour la Défense nationale qu'ils sont délicats et pénibles à exécuter, dans un esprit d'étroite collaboration. Votre Commission vous propose à l'unanimité de leur décerner en commun le prix Montyon.

Première mention honorable. — Depuis plus de deux ans M. **Charles Dufraisse** a poursuivi avec succès, dans le laboratoire de M. Moureu, différentes recherches sur la chimie de guerre. Nous n'en retiendrons ici qu'une méthode fort originale de mesure du pouvoir lacrymogène des matières agressives, dont il avait commencé l'étude avec le regretté sous-lieutenant Bongrand (tué à l'ennemi en avril 1916), et dont il a réalisé par la suite une excellente mise au point. Le procédé a permis de faire un classement rationnel de ces substances, et il est couramment utilisé dans les laboratoires d'études chimiques de guerre.

Pour reconnaître ces mérites, nous proposons de décerner à M. **Charles Dufraisse** la première mention honorable du prix Montyon.

Deuxième mention honorable. — M. le sous-lieutenant **Pierre Savès** a été affecté, dès le début, aux recherches relatives à la protection collective contre les gaz asphyxiants. Sous la direction du professeur Desgrez, il a contribué à l'établissement des méthodes employées non seulement pour la neutralisation des gaz nocifs proprement dits, mais encore pour celle des autres substances agressives. En outre, ayant été chargé de réaliser

l'application de ces méthodes dans les conditions mêmes où elles doivent être mises en œuvre, M. **Pierre Savès** s'est acquitté de sa mission en faisant preuve de connaissances scientifiques, de qualités de sang-froid et d'ingéniosité auxquelles il est juste de rendre hommage.

Nous vous proposons de lui décerner la deuxième mention honorable du prix Montyon.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Lemoine, Le Chatelier, Moureu, Schlœsing père, Carnot, Maquenne; Haller, rapporteur.)

L'œuvre de M. **Émile Blaise** commencée en 1895 s'est poursuivie d'une façon ininterrompue jusqu'à ce jour, partout où ses fonctions l'ont successivement fixé. Ses premières recherches sur l'action de l'hypoazotide sur l'acide campholénique ont été faites en collaboration avec son maître, M. Béhal. Celles qui ont suivi ont porté sur l'étude de certains produits de dégradation du camphre, notamment sur les acides $\beta\beta$-diméthyllévulique $\gamma\gamma$-diméthylhexanonoïque et $\alpha\alpha$-diméthylglutarique, dont il a réalisé la synthèse, apportant ainsi une contribution notoire à la question si controversée, à l'époque, de la constitution du camphre.

A ce même groupe d'études se rattachent des travaux exécutés en collaboration avec M. Blanc sur la constitution de la camphénylone et des aminocampholènes. La synthèse de l'acide térébique et des recherches sur les acides $\alpha\beta$ et $\beta\beta$-diméthylglutariques, et sur l'acide tétraméthyl-β-oxyglutarique y trouvent également leur place.

Dans un autre ordre d'idées et à la suite des belles recherches de M. Grignard sur les organomagnésiens, M. Blaise a élucidé le rôle qui revient à l'éther dans la préparation de ces composés mixtes. Il a ensuite fait voir que les dérivés organomagnésiens réagissent : 1° sur les nitriles en donnant des cétones; 2° sur les éthers cyanacétiques pour fournir des éthers β-cétoniques du type acidylacétique; 3° sur l'éther éthoxycrotonique pour donner naissance à des cétones non saturées; 4° sur l'éther semioxalique qui est converti en cétones-alcools, etc.

Une nouvelle série de recherches, non moins fécondes en résultats, a été consacrée à l'emploi des dérivés organométalliques mixtes du zinc, au lieu

et place des dérivés magnésiens dont l'extrême activité est souvent un obstacle à leur emploi.

Les principaux groupes de combinaisons ainsi obtenues comprennent : les *cycloacétols mixtes* qui se forment quand on fait agir les composés organozinciques $Zn\langle^{R}_{I}$ sur les chlorures correspondant aux éthers-sels des acides-alcools α, $\underset{\displaystyle \mathrm{CO - R}}{\mathrm{R.CH}} - \mathrm{COCl}$, cycloalcools qui se dédoublent en une cétone tout en régénérant l'acide-alcool primitif; les *aldéhydes* qui s'obtiennent par action des dérivés organozinciques sur le chlorure de l'acide formoxy-isobutyrique et dédoublement subséquent du cycloacétol formé, synthèse qui revient à la fixation du groupement fonctionnel $C\langle^{O}_{H}$ sur le radical carboné R du composé mixte $Zn\langle^{R}_{I}$ variable à volonté; les cétones β et γ chlorées, les cétones-alcools β, les cétones éthyléniques $\alpha\beta$, les acides α-cétoniques, les dicétones γ, ε, ζ, η, etc.

Par l'emploi du zinc comme agent de condensation, M. Blaise a réussi a améliorer beaucoup le procédé de synthèse dont le principe est dû à Reformatsky, notamment en ce qui concerne la préparation des cétones allylées, celle des éthers β-cétoniques et des acides-alcools à fonction primaire, toutes préparations qui s'effectuent en faisant agir respectivement, en présence du métal, de l'iodure d'allyle et des éthers bromés sur les nitriles, ou bien encore le trioxyméthylène sur ces mêmes éthers bromés.

Les études de M. Blaise concernant l'action de la chaleur sur les acides-alcools ne sont pas moins dignes d'intérêt. Il a en effet montré que cette action varie suivant la nature de ces molécules à fonction mixte. Appliquée aux acides-alcools secondaires, elle constitue à la fois une méthode de préparation des aldéhydes et un procédé de dégradation méthodique des acides gras, tandis qu'exercée sur certains acides-alcools tertiaires elle provoque la formation des stéréoisomères instables des acides non saturés. L'auteur a pu préparer de la sorte l'acide angélique.

Un important Chapitre de l'œuvre de M. Blaise a trait à des réactions de cyclisation, grâce à l'emploi judicieux des mêmes dérivés organozinciques mixtes. Il a été démontré qu'avec les *acides cétoniques* cette cyclisation s'effectue toujours de manière à donner une chaîne fermée à 5 ou 6 atomes de carbone. Dans le cas des *dicétones*, on observe ce même fait et l'on ne peut obtenir que des cyclopenténones et des cyclohexénones. L'auteur a en outre établi que les acides-alcools ε à chaîne normale sont les derniers qui

soient capables de se lactoniser. Après avoir donné en collaboration avec M. Gault une méthode de préparation des acides dicétopiméliques, les deux savants ont réussi à les transformer, par cyclisation, en acides pyranedicarboniques qui sont les représentants les plus simples d'un noyau encore inconnu, celui du *pyrane*.

La question, si captivante, des transpositions moléculaires en Chimie organique, n'a pas manqué d'attirer l'attention de M. Blaise. Avec M. Luttringer il a d'abord fait voir qu'un acide éthylénique quelconque était transformable, par migration de la double liaison et hydratation, en γ-lactone.

Avec M. Courtot il a signalé le premier exemple de migration du carboxyle, en s'adressant à l'acide phényloxypivalique qui, par déshydratation, conduit à l'acide diméthylatropique. Il a également mis en évidence la migration des alcoyles dans la déshydratation de certains acides-alcools et cétones-alcools, et établi avec M. Guérin que, dans ce qu'on appelle la « migration de Beckmann », c'est l'alcoyle le plus léger qui tend à former l'acidyle de l'amide obtenue.

A propos de certaines cétones polychlorées, il a enfin mis en évidence que la migration du chlore se produit par chauffage prolongé, au bain-marie, en solution acétochlorhydrique. C'est ainsi que $CHCl^2.CO.CH^2.CH^3$ se transforme en $CH^2Cl.CO.CHCl.CH^3$.

Dans l'énumération des nombreux travaux de M. Blaise nous ne nous sommes attaché qu'aux recherches, qu'aux découvertes les plus saillantes du savant. Bien des études isolées, et en particulier celles concernant une nouvelle méthode de préparation des 4 alcoyl-quinoléines, celles relatives à la caractérisation des lactones par leur transformation en hydrazinolactones, etc., méritent encore d'être mentionnées.

Cette grande somme de labeur n'a pu être réalisée uniquement par M. Blaise. Il y a associé ses élèves, et est devenu chef d'École. Ses disciples, MM. Guérin, Courtot, Maire, Gault, Kœhler, Wohlgemuth, Marcilly, Luttringer, Bagard, Herman, Letellier et Savariau, ont continué à suivre le sillon tracé par le maître.

Consacrant tout le temps que lui laissent ses fonctions de professeur à la recherche et au travail de laboratoire, M. Blaise est un vivant exemple de ce que l'Université et nos Écoles de haut enseignement sont en droit d'attendre de leurs maîtres : c'est d'être des initiateurs, des chercheurs et des pionniers de la Science.

En considération de la belle carrière scientifique qu'offre l'auteur des

multiples études originales que nous venons d'énumérer, la Commission est unanime à proposer à l'Académie de décerner le prix Jecker à M. **Émile Blaise**, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION CAHOURS.

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Moureu, Schlœsing père, Carnot, Maquenne.)

Les arrérages de la fondation sont attribués à M. **Adolphe Lepape**, sous-lieutenant d'infanterie, attaché au laboratoire de recherches de chimie de guerre à l'École supérieure de pharmacie de Paris, qui a publié, seul ou en collaboration avec M. Moureu, une série de recherches sur la radioactivité et les gaz rares des mélanges gazeux souterrains (gaz thermaux, grisous).

PRIX BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Haller, Le Chatelier, Moureu, Schlœsing père, Carnot, Maquenne; Lemoine, rapporteur.)

Le prix Berthelot doit, d'après les termes de sa fondation, être attribué à des travaux de synthèse chimique.

Parmi les recherches de ce genre faites dans ces dernières années, la Commission a particulièrement distingué celles de M. **Gustave Vavon**, agrégé préparateur de chimie à l'École normale supérieure, recherches qu'il a effectuées à l'École normale supérieure dans le laboratoire de M. Lespieau.

Elles ont porté sur la fixation directe de l'hydrogène à *froid* sur un grand nombre de corps organiques sous l'influence catalytique du noir de platine : l'absorption du gaz est accélérée par une agitation continuelle : on peut la suivre en mesurant la diminution de volume.

A la suite des belles expériences de catalyse de MM. Sabatier et Senderens, plusieurs synthèses de corps organiques avaient déjà été réalisées par différents chimistes au moyen de l'action de présence du noir de platine. Mais M. Vavon a généralisé cette méthode, en a fait une étude appro-

fondie, l'a rendue très pratique et l'a appliquée à la synthèse de 43 corps différents dont 15 n'avaient pas encore été obtenus par les chimistes.

Ce sont surtout les aldéhydes et les cétones des diverses séries qui ont fait l'objet des expériences de M. Vavon.

Les *aldéhydes* aromatiques, sous l'influence du noir de platine à froid, se changent avec une extrême facilité en alcools avec des rendements quantitatifs. Pour les aldéhydes de la série grasse, l'hydrogénation est plus lente, mais conduit encore à de très bons rendements.

Les *cétones* de la série grasse ont de même été changées en alcools secondaires, en particulier l'acétone ordinaire que Friedel avait transformée en alcool isopropylique par l'amalgame de sodium, mais avec un rendement assez minime. Pour les cétones cycliques, la transformation réalisée par M. Vavon est presque intégrale.

Les cétones éthyléniques ont présenté un intérêt particulier parce qu'on a pu obtenir à volonté l'un des corps intermédiaires entre la cétone primitive et le produit de l'hydrogénation complète : ainsi, avec la benzylidène acétone, on a préparé successivement la phénylbutanone, puis les deux alcools phénylbutanol et cyclohexylbutanol.

Pour les cétones terpéniques, l'hydrogénation à froid en liqueur neutre, comme l'effectue M. Vavon, présente d'incontestables avantages, en raison de l'extrême sensibilité de ces corps aux réactifs : on a pu fixer sur eux, comme pour les cétones éthyléniques, un nombre plus ou moins grand d'atomes d'hydrogène; on a pu en outre, par la mesure du pouvoir rotatoire, suivre en détail la marche de la réaction.

La plupart de ces expériences ont été faites en ajoutant un dissolvant au corps à hydrogéner : l'influence de ce dissolvant a été étudiée de très près; elle s'exerce non seulement sur la vitesse, mais parfois aussi sur l'orientation de la réaction.

L'une des parties les plus intéressantes des recherches de M. Vavon a consisté à préciser l'influence de la quantité et de la qualité du catalyseur.

La réaction est naturellement d'autant plus rapide que le poids de catalyseur employé est plus grand.

Son activité diminue d'une façon continue avec les progrès de la réaction. Mais la *fatigue* du catalyseur n'est que temporaire : on le revivifie à peu près avec son activité primitive en le chauffant seulement une demi-heure vers 200°.

En outre, on peut ralentir les réactions en chauffant le noir de platine à une température un peu plus élevée, tout comme on modifie dans les

mêmes conditions les propriétés des vaccins : c'est vers 300° que se produit cette modification. Elle permet, pour le limonène par exemple, de rendre le catalyseur inapte à effectuer une hydrogénation difficile, tout en gardant son aptitude pour le premier degré d'hydrogénation. Si l'on chauffait jusque vers 500°, il se changerait en mousse de platine et perdrait alors presque toute son activité.

On voit que ces recherches très soignées forment un bel ensemble de synthèses chimiques et que la Chimie physique y a déjà une part importante. M. Gustave Vavon étendra certainement ses études dans ce sens lorqu'il ne sera plus absorbé, comme il l'est maintenant, par la chimie de guerre.

La Commission propose de lui décerner le prix Berthelot.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HOUZEAU.

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Lemoine, Haller, Moureu, Schlœsing père, Carnot, Maquenne; Le Chatelier, rapporteur.)

M. André Sénéchal, jeune savant plein d'avenir, est mort glorieusement au champ d'honneur dès les débuts de la campagne, le 25 septembre 1914. Réformé antérieurement en raison de l'état précaire de sa santé, il aurait pu continuer tranquillement ses travaux de laboratoire. Il n'a pas voulu profiter de cette situation; il avait d'ailleurs toujours manifesté l'intention de reprendre du service le jour où la patrie aurait besoin de ses services. Aussitôt la déclaration de guerre, il fit des démarches pour obtenir l'annulation de sa réforme. Incorporé au 205e régiment d'infanterie, il fut envoyé sur le front après quelques semaines passées au dépôt. Frappé au cours d'une patrouille, au Goda, près de Berry-au-Bac, il expira presque immédiatement.

Après avoir présenté plusieurs Notes à l'Académie des Sciences, en collaboration avec M. Colin, du laboratoire de M. Bonnier, il entra au laboratoire de M. Urbain, où il prépara une thèse sur les composés du chrome; la rédaction seule en est restée inachevée. Enfin il a donné, en collaboration avec M. Urbain, un important volume intitulé : *Introduction à la chimie des complexes*.

En lui décernant le prix Houzeau, l'Académie des Sciences voudra honorer un jeune savant qui fut un brave dans toute l'acception du terme

et qui avait le rare mérite de s'intéresser avec succès à tous les domaines de l'activité intellectuelle et artistique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, de Launay, Haug, Edmond Perrier, A. Lacroix; Depéret, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le prix à M. **Louis Gentil**, professeur adjoint à la Faculté des sciences de Paris, pour l'ensemble de ses recherches à la fois de Géologie et de Géographie physique dans l'Afrique du Nord et plus spécialement au Maroc.

Né sur la terre d'Afrique, M. Gentil a consacré à l'étude de cette terre toute sa vie scientifique. Attaché de bonne heure au Service de la Carte géologique d'Algérie, il procède au levé géologique de la feuille de Miliana, puis appelé aux fonctions de préparateur au Collège de France, il oriente ses études vers la Pétrographie, et sous la direction de son maître Fouqué, il entreprend l'exploration d'une région volcanique intéressante et peu connue du littoral oranais : le volcan de Tifarouine et le centre éruptif de la basse Tafna. Comprenant que l'étude pétrographique d'un volcan est inséparable de ses relations stratigraphiques, M. Gentil élargit son cadre dans une belle *étude géologique d'ensemble du bassin de la Tafna* et de toute la région littorale de la province d'Oran, du méridien de Sidi-bel-Abbès à la frontière marocaine. Ce travail apporte des progrès remarquables sur la géologie de cette vaste région depuis les schistes primaires des Traras jusqu'aux terrains miocènes, ceux-ci très complets avec leurs trois divisions : Burdigalien, Vindobonien, Sahélien. Ce dernier terme est le plus intéressant en raison de la grande rareté du faciès marin du Miocène supérieur en dehors de l'Algérie.

C'est du Miocène que datent les principaux mouvements orogéniques de

la région avec plis couchés et nappes de charriage du Lias sur le Miocène, accompagnés de puissantes éruptions d'abord basaltiques et rhyolitiques, que suit l'édification du grand volcan andésitique de Tifarouine ayant donné lieu à des brèches d'explosion comparables à celle du Cantal. Puis succèdent des coulées de roches quartzifères : rhyolites et dacites intercalées dans des tufs dont la dispersion atteint plus de 300^{km}. Après un calme contemporain du Pliocène, l'activité interne reprend à l'époque quaternaire sous forme de volcans les uns leucitiques (Aïn Temouchent), les autres basaltiques (basse Tafna). C'est une belle Monographie d'une région volcanique peu connue, où la série des éruptions est remarquablement précisée.

Mais ces travaux de géologie algérienne n'étaient que le prélude d'autres explorations plus importantes qui exerçaient sur l'esprit de M. Gentil une irrésistible attraction : je veux parler de l'exploration physique et géologique du Maroc.

Dès l'année 1904 et sans attendre la pénétration française dans l'empire chérifien, l'explorateur se met en route, adoptant résolument le costume marocain qui, uni à une connaissance étendue de la langue arabe, le dérobait plus aisément à la curiosité soupçonneuse des indigènes, toujours en garde contre la pénétration du *roumi*. En 1904, M. Gentil explore la région de Tanger et traverse le massif dangereux de l'Andjera, de Tanger à Tétouan, mettant en relief le rôle orogénique du Riff occidental et sa disposition en arc qui le fait se raccorder avec la Cordillère bétique à travers le détroit de Gibraltar, déterminé par l'*ennoyage* transversal de la chaîne. La même année, M. Gentil, attaché à la mission de Segonzac, commence l'exploration du Haut-Atlas, dont il peut faire, non sans péril, la traversée dans six cols différents, échelonnés entre la côte atlantique et le méridien de Demnat. Il a pu ainsi reconnaître et étudier plusieurs itinéraires entièrement nouveaux et préciser la structure de la grande chaîne marocaine avec ses plissements tertiaires d'allure jurassienne, progressivement abaissés vers le rivage atlantique et brusquement coupés sur le revers Sud par des accidents, qui mettent en contact les terrains primaires avec les plateaux crétacés du Sous. C'est dans l'une de ces recoupes de la chaîne que M. Gentil a fait l'importante découverte d'un riche gisement de Graptolites dans des schistes noirs dont l'âge silurien a été ainsi précisé.

Remontant la grande vallée de l'oued Sous, M. Gentil pénètre dans la région séparative des sources de cette rivière et de l'oued Drâa, jusque-là vierges d'explorations. Il peut ainsi *le premier toucher et étudier le grand*

volcan du Siroua, énorme édifice trachy-andésitique comparable à l'Etna et au Cantal et posé sur une base de 20^{km}, comme un trait de jonction transverse entre le Haut-Atlas et l'Anti-Atlas. Le Siroua constitue, suivant l'expression de de Lapparent « l'un des traits les plus remarquables du continent africain ».

Deux ans après (1907), M. Gentil traverse le Maroc central de Mazagan à Marakesch, à travers le plateau crétacé des Rehamna, mais il est obligé de revenir à la côte à la suite de l'assassinat du Dr Mauchamp. L'intervention française au Maroc, due à cet événement, est pour M. Gentil une occasion d'aborder le Maroc par l'Est, en suivant courageusement pas à pas les progrès des colonnes militaires. C'est ainsi qu'il étudie les volcans leucitiques et basaltiques de l'amalat d'Oujda et traverse le massif montagneux des Beni-Snassen avec ses calcaires liasiques et sa bordure miocène prolongeant celle du bassin de la Tafna. Entre temps il est chargé de recherches hydrologiques pour l'alimentation en eau des troupes d'occupation.

L'année suivante (1908) amène M. Gentil dans le Maroc occidental, au moment de la conquête du pays des Chaouia : il étudie la géologie du bassin de l'Oum-Rbia avec son sous-sol primaire aux plis hercyniens, dans lequel il définit une vieille pénéplaine antétriasique, une *Meseta marocaine* constituant l'avant-pays de l'Atlas tertiaire. Le pays des Zaër, jusqu'à lui géologiquement inconnu, lui montre en 1909 la continuation de cette chaîne hercynienne percée en ce point par une large ellipse granitique.

Puis une nouvelle exploration ramène M. Gentil dans le Sud marocain, de Safi à Agadir et lui permet de nouvelles précisions sur la terminaison du Haut-Atlas, par ennoyage sous l'Atlantique.

Ne pouvant ici entrer dans le détail des nombreux voyages ultérieurs accomplis jusqu'au début de 1917, je ne puis manquer de mettre en lumière les recherches persévérantes de M. Gentil sur le seuil de Taza et sur le passage de la Méditerranée miocène en un large *détroit Sud-Riffain*, soupçonné par Suess, mais dont M. Gentil a apporté le premier la preuve directe. Je noterai également les beaux aperçus tectoniques de ce géologue sur la région littorale marocaine : le Riff, le massif des Kebdana, les Beni-Snassen et sur la constance de la *poussée vers le Sud* sur toute la longueur de ces massifs.

Ainsi l'œuvre de M. Gentil se montre tout à fait remarquable au point de vue des connaissances qu'il apporte sur la structure générale et la constitution géologique de cette immense contrée. Elle est non moins intéressante au point de vue de la Géographie physique, tant pour le tracé d'itinéraires

nouveaux précisés par des levés rapides à la boussole et au baromètre que pour les observations sagaces sur les aspects des pays traversés, sur les rapports du relief et de la morphologie avec la nature du sous-sol, sur l'hydrographie superficielle et souterraine, sur le tapis végétal et sur les cultures. On peut faire une mention spéciale des études de M. Gentil sur l'origine des *tirs* ou terres noires phosphatées très fertiles de la région littorale. Ces diverses observations de Géographie physique sont résumées et synthétisées dans un beau volume écrit par M. Gentil et intitulé : *Le Maroc physique* (1912).

Si l'on ajoute à ces travaux les nombreuses recherches de Géologie appliquée, telles que les études d'alimentation d'eau potable de Tanger et de Rabat, et les recherches minières sur les terrains à phosphates d'El-Boroudj, on pourra conclure que M. **Louis Gentil** a joué un rôle de tout premier ordre dans la *conquête scientifique du Maroc*. Le prix Delesse apparaît comme la juste récompense de l'étonnante activité et de la valeur scientifique du courageux explorateur.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX FONTANNES.

(Commissaires : MM. Barrois, Wallerant, Termier, de Launay, Haug, Perrier, A. Lacroix, Depéret ; Douvillé, rapporteur.)

M. **Jules-Mathieu Lambert**, après des travaux intéressants de Géologie pure, s'est particulièrement consacré à l'étude des Échinides fossiles ; il a publié à ce sujet un très grand nombre de Notes et Mémoires.

Ces travaux s'étendent à tous les terrains depuis le Secondaire : il a abordé la question des origines des Échinides de cette période en étudiant les espèces fossiles de l'Infralias et du Lias ; il a ensuite décrit les Échinides du Vésulien de Saint-Gauthier, du Jurassique de la Haute-Marne, du Jurassique supérieur de la Tunisie.

Pour le Crétacé on peut citer différents Mémoires sur les espèces de l'Aptien de Grand Pré, de la Craie de l'Yonne, de l'Aube et du Cotentin, du Crétacé supérieur de la Haute-Garonne, du Pisolithique et tout particulièrement ses importantes monographies du genre *Micraster* (110 espèces), du genre *Échinocorys* (30 espèces) et d'une partie des *Cidaridés* (55 espèces).

Dans des terrains plus récents, il a décrit les Échinides de l'Éocène des

Corbières et du Bordelais, et par sa monographie des *Clypéastres* il a abordé l'étude des formes miocènes, que Cotteau n'avait pas eu le temps d'entreprendre ; il y a consacré toute une série de monographies relatives à la Catalogne, à la Sardaigne, à la Touraine et au bassin du Rhône, comprenant ensemble 50 planches et plus de 500 pages de texte.

En dehors de France ses études ont porté sur les Échinides du Callovien du Portugal, de la Craie de Gosau, de celle de Ciply, du Tertiaire de la Patagonie, des Antilles anglaises, de Timor, du Soudan, de Rio del Oro, etc. ; une série de Notes ont été consacrées aux Échinides fossiles de Madagascar.

Le nombre et l'importance de ces publications lui avaient acquis une réputation mondiale : c'est ainsi qu'il a été chargé par l'administration du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique de la description des Échinides crétacés de ce pays, et par le gouvernement suédois de l'étude des Échinides rapportés par l'expédition antarctique suédoise.

Plus récemment il avait entrepris, en collaboration avec M. Thiéry, de résumer tous les travaux publiés sur les Échinides dans un ouvrage intitulé « Essai de nomenclature raisonnée des Échinides ». Cette publication est déjà très avancée, quatre fascicules ont paru ; elle a été malheureusement interrompu par la guerre.

Les travaux de M. Lambert se distinguent par leur extrême précision, indispensable dans l'étude d'animaux de forme et d'ornementation aussi variées que les Échinides; peut-être pourrait-on leur reprocher l'emploi d'une terminologie un peu compliquée, quelquefois difficile à comprendre pour les non initiés. Mais cette légère critique n'enlève rien au mérite de l'auteur, qui a su brillamment continuer les traditions des échinologues français : il a été ainsi appelé à recueillir la succession scientifique de son maître Cotteau; d'abord son émule, il est devenu ensuite son digne continuateur.

Il faut ajouter que M. Lambert est un magistrat distingué ayant toujours résidé en province, loin des centres universitaires et sans aucune attache scientifique officielle. C'est grâce à sa vocation de naturaliste qu'il a pu, malgré ses lourdes occupations judiciaires, poursuivre et mener à bonne fin ses travaux de Paléontologie.

Aussi votre Commission a été unanime à vous proposer de décerner le prix Fontannes à M. **Jules-Mathieu Lambert**, président du Tribunal civil de Troyes, pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.



PRIX VICTOR RAULIN.

(Commissaires : MM. Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, de Launay, Haug, Edmond Perrier, A. Lacroix; Ch. Depéret, rapporteur.)

L'histoire de la période quaternaire soulève d'importants problèmes relatifs aux changements des lignes de rivage et aux phénomènes de creusement et de remblaiement des vallées fluviales. C'est à l'étude de ces questions aussi intéressantes que délicates que M. le général de division **Léon de Lamothe** a consacré la majeure partie de son activité dans le domaine géologique.

Son premier travail sur ces sujets, daté de 1897, a trait à l'étude des *terrains de transport de la haute Moselle et de quelques vallées adjacentes*. Ayant parcouru les vallées du versant occidental des Vosges de très bonne heure, M. de Lamothe décrit leurs terrasses d'alluvions anciennes et leur diluvium des plateaux et des pentes avec leurs blocs erratiques, généralement attribués à un transport glaciaire. Il s'attache à démontrer, par l'étude de la position et de l'origine de ces blocs, que leur transport peut s'expliquer par des phénomènes torrentiels, accompagnés, il est vrai, de soulèvements et d'affaissements alternatifs du sol, avec fractures en gradin et ayant abouti à un moment donné à l'établissement d'un régime de lacs de vallée, vidés enfin par un dernier soulèvement. Quel que soit le sort définitif de cette théorie, dont les principes sont en opposition si curieuse avec les idées adoptées par le général de Lamothe dans ses travaux ultérieurs, il n'en restera pas moins des données solides, précisées par une belle carte d'ensemble, sur l'emplacement d'une multitude de blocs erratiques, qui sont déjà en partie disparus ou menacés d'une disparition prochaine par la main de l'homme.

Mais le général de Lamothe ne tarda pas à donner sa véritable mesure deux ans plus tard dans l'étude des *anciennes plages et terrasses du bassin de l'Isser* (Algérie). A la suite des théories de M. Penck, on admettait assez généralement que les terrasses étagées sur les flancs des vallées fluviales avaient eu pour cause originelle l'avancement et le recul des glaciers dans les hautes vallées, chaque période d'avancement correspondant à la construction d'une terrasse et chaque recul glaciaire à un creusement de la vallée. Le mérite de M. de Lamothe a été de montrer, contrairement à cette hypothèse, que c'est à des déplacements verticaux du rivage de la mer qu'il faut attribuer la formation des terrasses : chaque niveau de la mer

correspond à une plage sur le littoral et à une nappe alluviale dans l'intérieur des vallées.

C'est ainsi que l'auteur a reconnu à l'embouchure de l'Isser une série d'anciennes plages marines échelonnées aux altitudes respectives de 205^m, 140^m, 100^m, 53^m, 30^m, 15^m, auxquelles correspondent des terrasses d'alluvion de même altitude relative au-dessus du thalweg actuel, et dont la plupart se relient tangentiellement à la plage correspondante. Ces observations, auxquelles la précision cartographique donne une importance capitale, démontrent que l'action glaciaire, agissant à l'amont, est étrangère aux phénomènes de creusement des vallées, dont la cause doit être recherchée exclusivement à l'aval dans les changements du *niveau de base marine*.

Dans un travail consécutif (1901), M. de Lamothe a étendu la portée de ses observations en montrant que des terrasses alluviales semblables à celles d'Algérie et de mêmes altitudes relatives, étaient observables non seulement dans le bassin de la Méditerranée (vallée du Rhône), mais encore dans le bassin de la mer du Nord (Moselle, vallée du Rhin) démontrant ainsi la généralité et la valeur constante de l'abaissement successif des lignes de rivage sur une très grande étendue des côtes marines. Les niveaux relatifs des terrasses au-dessus des thalwegs actuels dans les vallées précitées sont définitivement fixés à 200^m, 145^m, 100^m, 58^m-60^m, 30^m et 20^m et la concordance de ces chiffres est véritablement impressionnante dans sa généralité.

Si l'on essaie de remonter jusqu'à la cause de ces changements de niveau de base, on se trouve en présence de deux hypothèses possibles : l'une admettant le soulèvement graduel et répété des continents par des mouvements dits *épeirogéniques;* l'autre préférant, avec Ed. Suess, considérer l'abaissement et le relèvement général de la surface de la mer par des mouvements dits *eustatiques*, dont l'origine d'ailleurs ne saurait appartenir en propre à la mer, mais dépend des énormes effondrements qui se sont produits dans le fond des océans jusqu'à une époque très récente : la terre s'écroule, la mer suit. Entre ces deux théories, le général de Lamothe choisit la théorie eustatique. Il en trouve la preuve dans la remarquable concordance de la hauteur relative des terrasses dans les quatre bassins de l'Isser, de la Moselle, du Rhin à Bâle et du Rhône à Valence auxquels il ajoute le bassin de la Somme dans un travail plus récent. Cette concordance ne peut s'expliquer que par une seule et même cause agissant de la même manière dans ces diverses vallées et cette cause doit être par suite le dépla-

cement vertical de la ligne de rivage, dont on a la preuve formelle à l'embouchure de l'Isser.

Il est permis de dire qu'à la suite des travaux de M. de Lamothe, la théorie glaciaire de l'origine des terrasses a subi un véritable effondrement, dont il paraît difficile qu'elle puisse jamais se relever.

Dans un important Mémoire publié en 1911 sur les *anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne*, le général de Lamothe a repris l'étude détaillée des anciennes plages sur toute l'étendue des côtes de l'Afrique française algéro-tunisienne. Il a essayé de montrer l'existence d'une série de terrasses marines (terrasses d'abrasion et plages) à niveaux décroissants depuis l'altitude de 325^m jusqu'à la ligne de rivage actuelle en passant par les temps d'arrêt intermédiaires de 265^m, 204^m, 148^m, 103^m, 60^m, 31^m et 18^m. Abordant ensuite un nouveau point de vue, M. de Lamothe s'attache dans ce Mémoire à reconstituer les faunes marines successives de chacune de ces époques. Ces faunes, peu nombreuses et peu caractérisées en ce qui concerne les niveaux les plus anciens, deviennent par contre tout à fait riches et spéciales pour les deux niveaux de 30^m et de 18^m, qui contiennent l'un et l'autre une *faune chaude*, caractérisée par le *Strombus bubonius* et quelques autres espèces de la faune des Açores, du Sénégal et de la côte de Guinée. Ces faunes, surtout riches à Arzeu et à Monastir, où elles comptent près de 300 espèces, sont analysées avec le plus grand soin au point de vue de leur origine géologique et de leurs rapports avec les faunes actuelles. C'est un chapitre très intéressant et très nouveau.

On peut lui ajouter, comme une sorte d'annexe de même ordre, l'étude analytique faite par le général de Lamothe (en collaboration avec M. Dautzenberg) des Mollusques recueillis dans les marnes pliocènes inférieures du Sahel d'Alger, dont la riche faune ne compte pas moins de 335 espèces.

Je terminerai ce rapide aperçu des travaux de M. de Lamothe en appelant l'attention sur une Note où il s'attache à démontrer le passage du Rhin par la vallée du Doubs et la Bresse à l'époque du Pliocène supérieur. On observe le long de la vallée exclusivement calcaire du Doubs divers lambeaux de terrasses (notamment à 60^m et 140^m d'altitude relative) contenant des jaspes à Radiolaires et des quartzites gris tout à fait spéciaux à la haute vallée du Rhin, tandis que d'autres (protogine, quartzites blancs micacés) ont leur origine dans le haut Rhône. Ainsi le Rhin, ou au moins un fleuve rhodano-rhénan, au lieu de s'écouler par l'Alsace, se détournait à partir du Sundgau par les vallées de l'Allaine et du Doubs pour aboutir à la Bresse auprès de Dôle où il a constitué le delta caillouteux triangulaire de la forêt

de Chaux et de la forêt d'Arne. C'est seulement à l'époque quaternaire que le Rhin a abandonné ce premier trajet pour s'écouler en Alsace en aval du coude de Bâle, où a dû se faire la capture du haut Rhin par une rivière alsacienne.

L'ensemble de ces travaux, dont l'intérêt est très général, a retenu l'attention de la Commission qui propose le nom du général **Léon de Lamothe** pour l'attribution du prix Victor Raulin.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JOSEPH LABBÉ

(Commissaires : MM. Barrois, Douvillé, Wallerant, de Launay, Haug, Perrier, A. Lacroix, Depéret ; Termier, rapporteur.)

La Commission des prix de Minéralogie et Géologie est unanime à proposer l'attribution du prix Joseph Labbé à M. **Georges Friedel**, ingénieur en chef au Corps des Mines, directeur de l'École des Mines de Saint-Étienne, pour ses nombreux et importants travaux de géologie sur la région de Saint-Étienne et pour la part qu'il a prise dans la direction scientifique des recherches qui viennent d'aboutir à la découverte d'un bassin houiller à l'est de Lyon.

Dès 1902, M. Friedel a appelé l'attention des géologues sur une roche singulière qui apparaît, le long du bord sud du bassin houiller de Saint-Étienne, entre le Houiller et son substratum de micaschistes, et que les travaux souterrains de la mine de Montrambert ont traversée en passant du terrain houiller au terrain cristallin. Cette découverte a été le point de départ de toute une série de controverses extrêmement utiles et fécondes. En 1905, il a été démontré que la roche en question est un *granite écrasé*, ou, comme on dit souvent, une *mylonite* de granite; et tout de suite on s'est aperçu que les mylonites, ou roches écrasées, jouent un rôle très important dans la géologie de la région. Simultanément, les géologues suédois découvraient la nature mylonitique des roches qui forment la base des terrains charriés, en Laponie suédoise. Et c'est ainsi que les mylonites sont entrées dans la science tectonique, où on les considère aujourd'hui comme un des témoins les plus sûrs des grands déplacements horizontaux, comme un des indices qui peuvent le mieux nous guider dans nos tentatives de reconstitution des anciennes chaînes.

Depuis 1904, M. Friedel a été conduit à s'occuper des recherches qui

visaient, sur la rive gauche du Rhône, la poursuite du prolongement du bassin houiller de Saint-Étienne sous les terrains tertiaires de la plaine. Ces recherches, commencées autrefois près de Chamagnieu sur le conseil de Grüner, puis continuées, entre Chamagnieu et Communay, sous la direction de M. Grand' Eury, avaient été reprises en 1892, puis de nouveau abandonnées en 1894, bien que le terrain houiller eût été recoupé dans tous les sondages. La reprise de 1904 fut plus persévérante. Elle aboutit enfin, au bout de neuf ans, à la rencontre de la houille, près de Mions, dans des conditions de profondeur très acceptables. Cette première découverte heureuse fut suivie de quelques autres. Plusieurs sondages sont encore en marche. Nous savons dès maintenant que le bassin houiller, surélevé et réduit à une bande très étroite au voisinage du Rhône, s'approfondit et s'élargit au delà de Communay; qu'il se prolonge très loin vers le nord-est, tout au moins jusqu'à Leyrieu; qu'il s'épanouit, sur son bord nord, jusqu'à s'approcher très près des faubourgs orientaux de Lyon; enfin, qu'il prend, sous la plaine tertiaire, une très grande épaisseur, un étage productif, contemporain probablement des étages supérieurs de Saint-Étienne, venant se superposer à l'étage de base, seul connu à Communay. Les recherches sont rendues très difficiles par l'extrême variabilité de l'épaisseur des morts-terrains, notamment de l'Oligocène; et les explorateurs ont constamment besoin de faire appel aux lumières de la Géologie.

M. Friedel est un des géologues qui ont exercé, sur ces recherches, la plus heureuse influence. Il n'a jamais douté du succès final et il a su inspirer cette même confiance aux explorateurs, en dépit de ce fait décourageant que, dans les premiers sondages, on rencontrait le Houiller sans y rencontrer de la houille. Il a grandement contribué à faire régner, dans le développement de la campagne de sondages, une méthode scientifique précise, tenant compte de tous les faits connus, ne laissant rien au hasard et évitant avec grand soin de trop abandonner à l'imagination. Pendant de longues années encore, cette méthode sera nécessaire pour déterminer les limites, la consistance et la richesse du nouveau bassin houiller.

La Commission a donc pensé qu'il était juste d'attribuer à M. Georges Friedel un prix fondé pour les géologues qui contribuent à mettre en valeur les richesses minières de la France; elle est heureuse de récompenser ainsi, à une heure où les richesses minières paraissent plus importantes que jamais, un savant dont elle admire depuis longtemps les travaux et dont elle estime profondément le caractère.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JAMES HALL.

(Commissaires : MM. Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, de Launay, Edmond Perrier, A. Lacroix, Depéret; Émile Haug, rapporteur.)

L'Académie est appelée à décerner pour la première fois le prix quinquennal James Hall, fondé par Mme Joséphine Hall Bishop, en souvenir de son père, l'illustre géologue américain James Hall, directeur du Musée d'Histoire naturelle de l'État de New-York, correspondant de l'Académie de 1884 à 1898, auteur de travaux classiques sur la Paléontologie et la Stratigraphie des terrains primaires de l'Amérique du Nord. James Hall était venu plusieurs fois en France et avait en haute estime l'École française de Stratigraphie. Le prix qui porte son nom est destiné à récompenser la meilleure thèse doctorale de Géologie passée au cours des cinq dernières années.

La Commission n'a éprouvé aucune hésitation dans l'attribution du prix et son choix s'est porté à l'unanimité et sans discussion sur le nom de **Jean Boussac**, préparateur à la Sorbonne, puis maître de conférences de Géologie à l'Institut catholique de Paris, blessé mortellement le 12 août 1916 près de la cote 314, sur la rive gauche de la Meuse. Jean Boussac était l'auteur d'une thèse de doctorat soutenue en 1912 devant la Faculté des Sciences de l'Université de Paris sous le titre d'*Études stratigraphiques sur le Nummulitique alpin*. C'est un important volume in-4° de plus de 600 pages, accompagné de nombreuses planches, aussi remarquable par la forme que par le fond. Le sujet était extrêmement vaste et particulièrement difficile à traiter. L'auteur a consacré plusieurs années à visiter la plupart des affleurements du Nummulitique alpin, il a réuni de riches collections de roches et de fossiles et a étudié avec le plus grand soin les matériaux paléontologiques accumulés dans les musées. La revision des faunes lui a permis de préciser l'âge de nombreux gisements encore très discutés et lui a fourni les bases d'une chronologie rigoureuse, l'étude sur le terrain l'a amené à suivre pas à pas les modifications de faciès que subit chaque étage. Mais la reconstitution des limites d'extension et des conditions bathymétriques des mers au cours des phases successives de la période nummulitique est rendue singulièrement malaisée par suite des phénomènes de charriage dont la région alpine a été le théâtre et qui ont souvent inversé les rapports primitifs de position des terrains. Il était nécessaire de dérouler les nappes et de les

replacer dans leur situation originale. Cette tâche ne pouvait être accomplie que par un observateur rompu à toutes les difficultés de la tectonique et Jean Boussac se révéla tout de suite comme tel. Les grandes cartes qui accompagnent son Ouvrage projettent un jour tout nouveau sur le problème des nappes et mettent en évidence un résultat capital : dans les Alpes occidentales, les limites des zones isopiques sont obliques par rapport aux lignes tectoniques qui délimitent les nappes; ce qui revient à dire que la ligne axiale des grands refoulements ne coïncide pas nécessairement avec celle des géosynclinaux préexistants.

L'analyse méthodique des faunes et des faciès a fourni à Jean Boussac les bases d'un exposé synthétique de l'histoire des Alpes pendant l'époque nummulitique. Il est rare de trouver réunies chez un naturaliste et développées à un si haut degré des qualités d'analyste et un esprit de synthèse, qui s'excluent si souvent. Les *Études stratigraphiques sur le Nummulitique alpin* et les travaux paléontologiques de l'auteur révèlent une maturité d'esprit qui, chez un jeune homme de 27 ans, tient du prodige.

Le plus bel avenir scientifique semblait réservé à **Jean Boussac**. Le sort des batailles en a décidé autrement. Le 22 août 1916 le sergent Boussac mourait à l'ambulance de Ville-sur-Cousance des suites de ses blessures, après avoir reçu la médaille militaire.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Guignard, Gaston Bonnier, Costantin, Lecomte, Dangeard, Edmond Perrier, Bouvier, le prince Bonaparte; Mangin, rapporteur.)

Votre Commission a retenu pour le prix Desmazières, le travail de M. **Carl Hansen Ostenfeld**, inspecteur du Musée botanique de Copen-

hague, intitulé *De danske Farvandes Plankton i Aarene* 1898-1901. — *Phytoplankton og. Protozoer.* (*Le Plancton des mers danoises de* 1898 *à* 1901, *Phytoplancton et Protozoaires.*)

C'est la première fois qu'un travail de ce genre est soumis à votre jugement, mais l'importance des études planctoniques, trop négligées en France, justifie le choix de votre Commission.

Le travail de M. Ostenfeld, publié en danois, est accompagné d'un résumé français très complet et très clair qui permet de se faire une idée précise de l'œuvre de l'auteur.

Pour connaître la nature et les variations du domaine floristique des mers danoises, on a établi onze stations en diverses régions du royaume, et les pêches effectuées pendant deux ans ont été complétées par des récoltes faites au large et dans les divers canaux qui partagent le Danemark en un certain nombre d'îles. Plus de 750 pêches ont été analysées.

Après un résumé des observations antérieures sur les eaux danoises, l'auteur examine, avec un sens critique très sûr, l'action des divers facteurs sur la vie des organismes et il complète ses observations par des vues très originales.

Le facteur lumière, dont l'influence se manifeste parfois d'une manière spéciale, a moins d'intérêt dans les mers danoises que dans les mers plus méridionales, d'abord à cause de la faible transparence de l'eau et ensuite parce que les eaux sont peu profondes, la profondeur ne dépasse ordinairement pas 40^{m}. La température est plus importante à considérer, c'est elle qui détermine la succession des formes dans chaque région. Enfin la salinité joue un grand rôle dans cette succession à cause de la situation du Danemark au débouché de la Baltique, à faible salinité, dans la mer du Nord à salinité plus forte. Bien que le mélange des eaux ne se fasse que graduellement, en raison d'un courant de surface à salinité faible qui s'éloigne de la Baltique et d'un courant d'eau plus salée profond et dirigé en sens inverse, la résistance très inégale des organismes aux variations de salinité provoque des modifications importantes dans la composition du plancton.

Au sujet de l'adaptation des organismes à la vie planctonique, l'auteur critique avec raison les vues de Chun relatives au développement de plus en plus considérable des cornes chez les *Ceratium*, à mesure que la viscosité diminue. Nous devons cependant signaler que M. Ostenfeld, comme ses devanciers d'ailleurs, ne tient pas compte, à propos de la viscosité, de l'influence des substances mucilagineuses sur sa variation. Ces substances sont souvent assez abondantes dans l'eau de mer pour donner, par l'alcool,

un volumineux précipité qui fait croire à l'existence d'un riche plancton.

Le mode d'apparition et la succession des espèces présentent des différences que l'auteur analyse avec soin. Si les espèces holoplanctoniques existent toujours dans le plancton avec des périodes de développement variable, les espèces méroplanctoniques n'apparaissent qu'à une période donnée en passant par un maximum que l'auteur désigne sous le nom de « période de floraison ». Un grand nombre d'espèces n'ont qu'une période de floraison, d'autres en ont deux, et pour les distinguer M. Osenfeld désigne les premières sous le nom de *monacmiques* (*Chætoceros didymus*, *C. debile*) et les secondes sont *diacmiques* (*C. laciniosus*, *C. curvisetus*).

Les conditions d'apparition de chaque espèce sont ensuite discutées avec les caractères biologiques qui leur sont propres; cette partie du travail, la plus importante, renferme beaucoup d'observations originales relatives à l'influence des divers facteurs, mécaniques et physiques, et nous donne un tableau très complet de la flore des mers danoises aux diverses périodes de l'année. Avec les tableaux qui marquent le degré de fréquence de chaque espèce, l'ensemble constitue un document de premier ordre pour l'écologie des Diatomées et des Péridiniens.

L'Ouvrage est complété par une deuxième Partie consacrée aux Protozoaires. Malgré son intérêt nous ne pouvons que signaler cette étude, mais nous devons mentionner le Chapitre concernant les parasites du plancton. Ce sont surtout des Chytridinées dont l'évolution est d'ailleurs très mal connue à cause de la difficulté de cultiver les hôtes qui les hébergent.

En résumé, le travail de M. Ostenfeld, très documenté, riche en observations originales, présenté avec beaucoup de clarté, est digne des suffrages de l'Académie, et votre Commission vous propose à l'unanimité d'attribuer le prix Desmazières à M. **Carl Hansen Ostenfeld**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Guignard, Gaston Bonnier, Costantin, Lecomte, Dangeard, Edmond Perrier, Bouvier, le prince Bonaparte ; Mangin, rapporteur.)

C'est encore à des recherches sur la flore planctonique que votre Commission s'est arrêtée pour le prix Montagne en retenant l'œuvre de

M. J. Pavillard, professeur adjoint à l'Université de Montpellier : *Recherches sur les Diatomées pélagiques du golfe du Lion* et *Recherches sur les Péridiniens du golfe du Lion*.

Dans ces Mémoires, l'auteur résume ses recherches de dix années d'exploration des parages maritimes du port de Cette ; il donne un catalogue de la flore marine très complet et jusqu'à présent unique pour notre littoral méditerranéen.

L'examen de la succession périodique des espèces succède à l'étude des Diatomées ; les Péridiniens ne se prêtent pas à des considérations floristiques, car ils ne forment, dans nos eaux littorales, que des individus, rarement des essaims, dispersés au milieu d'une population où dominent les Diatomées associées à des Tintinnides, des Radiolaires et des Crustacés.

Il est regrettable que l'auteur n'ait pas songé à grouper sous forme de tableaux la succession des Diatomées pélagiques, car il est difficile de retrouver dans son exposé, d'ailleurs remarquable, les formes dominantes et les formes accessoires et de reconstituer la physionomie de la flore marine à un moment déterminé. C'est un défaut, passager sans doute, commun aux botanistes qui se bornent à donner les listes de plantes d'une contrée, sans marquer leur degré de fréquence et leur influence sur la physionomie de la végétation.

La partie systématique est intéressante, chaque espèce étant indiquée brièvement avec son habitat lorsqu'elle est bien connue, mais accompagnée d'observations originales quand elle est incertaine ou nouvelle. C'est ainsi que M. Pavillard réunit sous le même nom, *Dactyliosolen mediterraneus*, des formes jusqu'alors spécifiquement distinguées : *D. Bergonii*, *D. tenuis*, *D. meleagris* : le genre *Bacteriastrum* est remanié d'après une critique très serrée et s'enrichit d'un certain nombre d'espèces nouvelles ; de nouveaux arguments justifient la création du genre *Schröderella* aux dépens du *Detonula Schröderi*.

Dans un chapitre spécial sur l'épiphytisme chez les Diatomées pélagiques, M. Pavillard décrit avec précision les associations symbiotiques que certaines Diatomées contractent avec des hôtes variés. Beaucoup d'entre elles étaient imparfaitement connues et, par des observations cytologiques faites sur le vivant, l'auteur complète et précise les observations d'une manière très heureuse et donne les caractères d'espèces nouvelles : le *Bicoeca mediteranea* épiphyte assez éclectique sur *Skeletonema costatum*, *Nitzschia serrata*, *Cerataulina*, *Bergonii*, etc. ; le *Solenicola setigera* qui paraît étroitement adapté aux *Dactyliosolen*.

Si les Péridiniens ne jouent dans la flore planctonique qu'un rôle acces-

soire, ils sont par contre très intéressants au point de vue biologique, et le Mémoire de M. Pavillard est très riche en données nouvelles sur ces curieux organismes.

Signalons d'abord la description de genres nouveaux et d'espèces nouvelles (35 environ), puis des observations taxinomiques par un remaniement critique de certains genres ou de groupes spécifiques. On peut ne pas accepter toutes les idées de l'auteur, mais elles sont exposées avec une si complète connaissance des données bibliographiques sur les formes en discussion qu'elles forcent l'attention et dans la plupart des cas elles conduisent à la conviction.

Le domaine biologique n'a pas été négligé. A propos des Dinophysées, l'auteur discute avec sagacité les modalités de la division cellulaire proposées par Schütt et les particularités de structure observées par Stein et Bütschli. Il montre que Meunier seul avait soupçonné la liaison qui existe entre le phénomène de la division et l'élargissement préalable du corps marqué par une bande hyaline qui côtoie la suture longitudinale. La notion des individus *mégacytiques*, introduite par M. Pavillard, marque nettement les rapports de l'accroissement intercalaire méridien des Dinophysées et de la division. L'auteur établit que la valve nouvelle, qui s'ajoute sur la valve maternelle, a d'emblée ses dimensions définitives contrairement à l'opinion de Schütt, mais elle laisse en dehors d'elle la bande d'accroissement qui se présente comme une frange bientôt déchiquetée, le long de la ligne de suture.

En résumé, par la documentation complète, par la précision des descriptions, par l'originalité des vues d'ensemble sur certains groupes mal déterminés, l'œuvre de M. **J. Pavillard** mérite vos suffrages et votre Commission, à l'unanimité, vous propose d'attribuer à ce savant le prix Montagne pour l'ensemble de ses recherches.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JEAN THORE

(Commissaires : MM. Guignard, Bonnier, Mangin, Costantin, Lecomte, Edmond Perrier, Bouvier, le prince Bonaparte; Dangeard, rapporteur.)

On sait, depuis les recherches de Sappin-Trouffy, récompensées autrefois par l'Académie, que chez les Urédinées les cellules dans la première partie du développement qui s'étend jusqu'à la base de l'écide, ne renferment qu'un

seul noyau : de la base de l'écide jusqu'à la téleutospore, les cellules possèdent deux noyaux; ces deux noyaux s'unissent dans la téleutospore en un noyau double de copulation; celui-ci, lors de la division, subit la réduction chromatique.

Mme **Valentine Moreau**, docteur ès sciences, dans un travail récent, a étudié, avec de nombreux détails, l'origine du tronçon binucléé des Urédinées, d'abord chez quelques espèces pourvues d'écides et ensuite chez d'autres espèces qui en sont dépourvues : au cours de ses investigations, elle a découvert une forme d'*Endophyllum* dont tout le développement s'effectue avec des cellules à un seul noyau.

La partie la plus importante du Mémoire concerne l'étude de la réduction chromatique : la première division du noyau double de copulation est ce que l'on est convenu d'appeler une *mitose hétérotypique*, alors que la seconde division est une *mitose homéotypique :* la réduction chromatique s'opère donc chez les Urédinées avec des caractères exactement semblables à ceux que l'on observe chez les plantes et les animaux supérieurs.

En raison de l'intérêt de ces recherches qui ont exigé, pour être conduits à bonne fin, un labeur patient et des connaissances histologiques étendues, la Commission propose d'attribuer cette année le prix Thore au Mémoire de Mme **Valentine Moreau** intitulé *Les phénomènes de la sexualité chez les Urédinées*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. Guignard, Gaston Bonnier, Mangin, Costantin, Dangeard, Edmond Perrier, Bouvier, le prince Bonaparte; Lecomte, rapporteur.)

M. **André Guillaumin**, préparateur au Muséum d'histoire naturelle (actuellement mobilisé, capitaine au 102e de ligne, croix de guerre), a eu, dans son étude de la famille des Burséracées, le mérite de ne pas se cantonner exclusivement, soit dans l'étude anatomique des organes, soit dans les caractères de classification, et les 23 Notes ou Mémoires consacrés par lui aux Burséracées constituent, dans leur ensemble, une véritable monographie de cette famille végétale.

Le travail le plus considérable (Thèse de doctorat ès sciences, 1910) est consacré à l'étude détaillée de la structure et du développement d'un

grand nombre d'espèces, car jusqu'à ce moment on ne possédait que des observations isolées qu'il était nécessaire d'étendre et de coordonner.

M. André Guillaumin a montré que le caractère anatomique principal, c'est-à-dire la présence de canaux sécréteurs dans le liber, se retrouve sans exception chez toutes les plantes de la famille.

Il a constaté en outre que les faisceaux libéro-ligneux internes et anormaux signalés déjà chez quelques Burséracées n'existent en réalité que chez les genres dont la fleur appartient au type trimère, ce qui constitue une nouvelle preuve de concordance entre les caractères morphologiques et la structure des plantes.

Enfin, en décrivant les curieux embryons à cotylédons contournés et plissés que contiennent les graines et en suivant la germination de ces dernières, il a pu faire ressortir l'intérêt que présentent les phénomènes du développement au point de vue de la distinction des genres.

En ce qui concerne spécialement la classification, M. André Guillaumin a fourni de nombreuses Notes sur les Burséracées des diverses parties du monde, et ses observations sur les espèces d'Asie et d'Afrique se trouvent résumées, soit dans la *Flore générale de l'Indo-Chine*, dont il est un actif collaborateur, soit dans les *Novitates plantæ Africanæ*.

Il a d'ailleurs très judicieusement étendu ses investigations aux familles que les botanistes s'accordent habituellement à considérer comme voisines des Burséracées, afin de constater la réalité ou l'inexactitude des affinités signalées, et il a pu montrer que dans un Tableau général des Phanérogames, les Burséracées viennent s'intercaler entre les Rutacées, d'une part, dont elles ont les loges ovariennes biovulées et les caractères chimiques et, d'autre part, les Anacardiacées avec lesquelles, comme on le sait depuis longtemps, elles partagent la propriété d'avoir des canaux sécréteurs dans le liber, mais dont elles se distinguent nettement par leurs loges ovariennes biovulées.

L'étude des faits biologiques qui président à la distribution de ces végétaux sur le globe a permis à M. André Guillaumin de distinguer sept zones principales de dispersion correspondant à deux types de végétation, suivant qu'il s'agit des grands arbres des forêts ou de la végétation arbustive maigre et rabougrie de la savane tropicale.

Enfin, dans un dernier ordre d'idées, M. Guillaumin a condensé en un Mémoire spécial très instructif et très documenté toutes les connaissances relatives aux produits utiles des Burséracées. Il a ainsi complété très heureusement ses études antérieures sur cette famille, dont il a eu l'occasion de mettre en évidence l'unité chimique, en décrivant les bois, résines,

encens, myrrhes et élémis que fournissent ses divers représentants. Il suffit de citer le bois d'Okoumé, dont la Côte occidentale d'Afrique exporte actuellement des quantités considérables et qui est fourni par un arbre de grande taille de cette famille pour souligner l'importance spéciale de cette partie du travail.

M. **André Guillaumin** a donc publié sur les Burséracées une série d'études qui se complètent et dont l'ensemble constitue une véritable monographie de la famille. C'est pourquoi votre Commission vous propose de vouloir bien lui accorder le prix de Coincy.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DE RUFZ DE LAVISON.

(Commissaires : MM. Guignard, Mangin, Costantin, Lecomte, Dangeard, Edmond Perrier, Bouvier, le prince Bonaparte; Gaston Bonnier, rapporteur.)

M. **Marin Molliard**, professeur de physiologie végétale à la Faculté des Sciences de Paris, a présenté à l'Académie ses travaux de recherches publiés de 1913 à 1916, et qui correspondent à neuf Mémoires ou Notes.

Signalons seulement dans ce Rapport les trois principales séries de recherches.

Dans les *Recherches physiologiques sur les galles*, l'auteur a tout d'abord établi une double comparaison entre les caractères de structure d'un organe normal et ceux d'une galle édifiée à ses dépens; puis entre les caractères physiologiques de ces deux ensembles de tissus. A ce dernier point de vue, M. Molliard a constaté que les galles se distinguent des organes sains par une diminution des sucres complexes et, au contraire, un taux plus élevé des sucres réducteurs. De même, l'azote protéique est en quantité beaucoup plus faible dans les galles qui renferment par contre une plus forte proportion d'azote nitrique, d'azote ammoniacal et d'azote aminé. Il est curieux de remarquer, comme le fait l'auteur, que des différences analogues existent entre la composition chimique des fruits et celle des organes végétatifs de la même plante.

M. Molliard a abordé ensuite le problème capital du déterminisme des galles. Il a montré dans ce Mémoire que les produits de sécrétion qui proviennent de cultures pures du *Rhizobium radicicola* sont capables de pro-

voquer sur les racines de Pois des phénomènes d'hypertrophie analogues à ceux des galles. Faisons remarquer que depuis cette publication, l'auteur a réussi à obtenir, chez le *Papaver Rhœas*, la production artificielle d'une hypertrophie placentaire identique à celle qui s'observe dans les galles naturelles de ces fruits.

Un autre travail de M. Molliard est intitulé *L'humus considéré comme source de carbone pour les plantes vertes*. Depuis que certaines matières organiques, relativement simples, telles que les sucres, sont absorbées par les plantes supérieures et peuvent constituer pour elles des aliments, on s'est demandé s'il n'en était pas de même pour des substances plus complexes et particulièrement pour les matières humiques; mais, si de nombreux travaux ont mis en évidence l'action de l'humus sur la végétation par les substances minérales et azotées qu'il contient, la nutrition *carbonée* de la plante aux dépens de la matière humique n'était ni démontrée ni infirmée. L'auteur a cherché à apporter une réponse à cette question en comparant la quantité de carbone contenue dans les plantes développées sur du terreau stérilisé, à l'abri du gaz carbonique de l'air, à la quantité de carbone contenue dans la plantule; la différence, qui représente le carbone provenant des substances constitutives du terreau et utilisé par la plante, a toujours été considérable, mais on peut s'assurer qu'elle provient exclusivement du gaz carbonique que dégage toujours le terreau, si complètement stérilisé qu'il soit : l'humus *n'intervient pas directement* dans la nutrition carbonée des végétaux supérieurs.

Dans un important travail paru en 1911, Mameli et Pollacci ont conclu à l'assimilation directe de l'azote libre de l'air par les plantes vertes, et leurs résultats ont jeté quelque doute sur la notion admise depuis Boussingault de la non-intervention de l'azote libre dans la nutrition des végétaux supérieurs.

M. Molliard a repris la question dans un Mémoire qui a pour titre : *L'azote libre et les plantes supérieures*, en s'adressant au Radis dont il a effectué de nombreuses cultures pures dans des conditions variées (assimilation chlorophyllienne favorisée par la circulation d'air chargé de gaz carbonique ou assimilation réduite en présence de glucose, doses variables de chlorure d'ammonium dans le milieu nutritif, etc.); comparant l'azote initial contenu dans la plantule et dans le milieu à l'azote final qui se trouve dans la plante développée ou qui reste dans la solution, l'auteur n'a pu, dans aucun cas, constater autre chose que l'identité parfaite entre les deux résultats et il a pu conclure, avec toute sécurité, que *le Radis est incapable de fixer l'azote*

libre de l'air. Cette conclusion doit s'appliquer à toutes les plantes supérieures normales, autres que les Légumineuses.

La Commission, considérant les résultats obtenus par les recherches qui viennent d'être résumées et aussi ceux obtenus par l'auteur dans les six autres publications, décerne à M. **Marin Molliard** le prix de Rufz de Lavison.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. Ranvier, Edmond Perrier, Henneguy, Marchal, Grandidier, Laveran, le prince Bonaparte; Delage et Bouvier, rapporteurs.)

La Commission s'est trouvée en présence de deux noms également dignes de fixer son attention : M. **Ph. Dautzenberg** et M. **Paul Pelseneer**. Son embarras a été grand, car ces deux savants lui ont paru également dignes de recevoir le prix. Après examen attentif de la situation, il lui a paru impossible de faire passer l'un avant l'autre, étant donné surtout que la prochaine occasion de décerner le prix à un zoologiste ne se représentera qu'en 1919. Elle a donc pris la décision de partager entre eux le prix, dont le montant a été porté, pour la circonstance, à 2000fr.

L'attribution du prix par moitié à MM. Dautzenberg et Pelseneer souligne d'une façon élégante le fait que ces deux savants, Belges l'un et l'autre, se complètent l'un par l'autre d'une façon très remarquable. Ils ont tous les deux consacré une vie de labeur hautement désintéressé à l'étude des mollusques. L'un, M. Dautzenberg, s'appliquant à l'étude de la conchyliologie, l'autre, M. Pelseneer à celle de la morphologie et de l'embryogénie : à eux deux, ils forment un ensemble harmonieux et complet, en sorte que l'attribution ainsi faite paraîtra pleinement justifiée et significative.

Voici maintenant les rapports sur les titres particuliers de l'un et de l'autre.

Rapport de M. **Bouvier** *sur les travaux de M.* Ph. Dautzenberg.

L'année dernière, votre Commission vous proposait d'attribuer le prix Cuvier à M. Édouard Chevreux pour ses longues et patientes recherches sur les Crustacés amphipodes, et vous avez ratifié cette proposition par vos suffrages; cette année, nous vous proposons de décerner la même haute récompense à M. **Ph. Dautzenberg** pour ses travaux de Conchyliologie et nous sommes bien sûrs que vous accorderez à notre choix l'accueil très honorable qu'il mérite.

Car le rôle joué par M. Dautzenberg dans le domaine de la Conchyliologie n'est pas moins important que celui de M. Chevreux dans le domaine des Amphipodes. L'un et l'autre ont consacré une grande partie de leur laborieuse existence à leurs études favorites, l'un et l'autre ont relevé ces études dans notre pays où ils sont devenus des maîtres spécialistes, l'un et l'autre enfin, pour la valeur de leurs travaux, ont acquis un juste renom à l'étranger comme en France. Ajouterai-je que l'un et l'autre ne remplissent aucune fonction de l'État et qu'ils se sont livrés à leurs recherches pour satisfaire des goûts profonds; ils ont trouvé leur récompense dans leurs propres travaux, et c'est une raison pour que nous leur accordions aussi les nôtres.

On peut envisager la longue carrière scientifique de M. Dautzenberg sous trois aspects différents. Comme conchyliologiste descripteur, le candidat que nous proposons à vos suffrages se place au tout premier rang. Il a le sens des affinités naturelles, et sous la simple enveloppe qu'est une coquille il sait percevoir les caractères intimes qui permettent de donner au Mollusque sa vraie place zoologique, ce qui est peut-être plus difficile dans ce groupe que partout ailleurs et réclame une pénétration spéciale. Cette faculté précieuse, tout à fait caractéristique du vrai naturaliste, M. Dautzenberg l'a mise en évidence dans les très nombreux Mémoires qu'il a publiés depuis près de quarante ans, mais surtout dans une œuvre monumentale qui suffirait à elle seule pour lui mériter vos suffrages, à savoir l'étude des matériaux conchyliologiques, recueillis par S. A. le prince de Monaco durant ses multiples campagnes. Cette œuvre est certainement la plus vaste et la plus sérieuse qu'on ait consacrée à la conchyliologie de l'Atlantique septentrional, depuis les îles du cap Vert jusqu'aux régions

arctiques, entre les côtes européennes et celles du continent américain, en passant par les abysses intermédiaires. Comme dans tous les travaux de l'auteur, les descriptions s'y présentent remarquablement lumineuses et précises; mais ce qui distingue surtout cette étude et ce qui fait apparaître sous un autre aspect le talent de M. Dautzenberg, c'est une érudition profonde qui restitue à chaque espèce l'intégrité de son histoire. Il n'est pas toujours facile de reconnaître une forme dans le dédale de sa synonymie et le chaos de descriptions ou de figures trop souvent insuffisantes; il faut pour cela un esprit critique sans cesse en éveil et une connaissance approfondie de toute la littérature; il faut aussi un très grand nombre de matériaux de comparaison. Mais M. Dautzenberg ne recula jamais devant les sacrifices quand il s'agissait de ses recherches préférées; il a réuni à grands frais une collection incomparablement riche et une bibliothèque spéciale, qui ne le cède en rien, pour la richesse, à sa collection. Et c'est ainsi qu'il a pu reconstituer l'histoire complète des espèces qu'il passe en revue dans son monument conchyliologique. De tous les Mémoires publiés à la suite des campagnes monégasques, celui-ci est à coup sûr le plus important et le plus digne d'admiration.

Enfin M. Dautzenberg est un maître dans toute l'acceptation du terme. Il fut l'ami et le collaborateur des Crosse, des Fischer, des Locard et de tous les grands conchyliologistes aujourd'hui disparus; il sert de guide à tous les jeunes qui entrent dans cette carrière, il les aide de ses conseils et leur ouvre libéralement ses collections et sa bibliothèque; les meilleurs parmi ceux qui se dévoilent actuellement comptent au nombre de ses disciples. Et avec quelle grâce il les accueille! Lorsque l'auteur du présent Rapport voulut étudier, avec Henri Fischer, l'organisation des Gastéropodes primitifs du genre *Pleurotomaria*, il eut l'agréable surprise de recevoir, sans en être prévenu, un magnifique exemplaire de *Pleurotomaria Beyrrichi*. Les Pleurotomaires étaient rarissimes à cette époque et le sont encore de nos jours, on ne les obtenait qu'à haut prix; mais M. Dautzenberg n'avait pas reculé devant une forte dépense pour faire à des anatomistes le présent d'une pièce qui devait mettre au jour l'organisation de ces ancêtres attardés parmi nous. Sous une autre forme, M. Dautzenberg n'a pas cessé de venir en aide aux zoologistes de sa spécialité; collaborateur inlassable du *Journal de Conchyliologie*, il devint le directeur de ce recueil après la mort de Paul Fischer et, pour mener à bien cette tâche, il choisit pour associé Henri Fischer, le fils de l'éminent conchyliologiste; Henri Fischer vient de disparaître à son tour, en pleine maturité de son talent et, pour l'heure, c'est M. Dautzenberg

qui continue seul l'œuvre entreprise par ses amis et devanciers. Il le fait malgré son âge et ses fatigues, dans le seul but de contribuer au développement de sa science favorite.

Voilà une carrière bien remplie et qu'on pourrait citer comme exemple. Nous vous proposons de la couronner par une digne récompense en décernant un prix Cuvier à M. **Ph. Dautzenberg.**

Rapport de M. **Delage**, *sur les travaux de M.* P. Pelseneer, *professeur à l'École normale primaire de Gand.*

Depuis 1888, M. **Paul Pelseneer** s'est consacré d'une manière presque exclusive à l'étude des Mollusques; les mémoires ou travaux importants qu'il a publiées sur les animaux de cet embranchement s'élèvent actuellement déjà à près d'une centaine; ils témoignent à la fois d'une activité scientifique continue et d'une intelligence très claire de ce que doit être la Zoologie à notre époque. M. Pelseneer s'est en effet efforcé de nous faire comprendre l'organisation des Mollusques et de mettre un ordre judicieux et logique dans nos connaissances relatives aux divers éléments dont se compose le groupe; il a cherché en même temps à mettre en lumière le rapport existant entre les structures et les conditions d'existence de ces organismes, ayant comme préoccupation constante d'aboutir à des considérations biologiques d'intérêt général.

Les recherches de M. Pelseneer ont porté essentiellement sur la morphologie des Mollusques; il n'est point de catégorie importante de ces animaux qu'il n'ait étudiée à ce point de vue, et il s'est servi des nombreuses données nouvelles auxquelles l'ont amené ses investigations pour étager une classification rationnelle de l'embranchement.

Parmi les résultats les plus heureux auxquels M. Pelseneer est arrivé dans cet ordre d'idées, il faut signaler avant tout :

1° La démonstration, par l'examen du système nerveux, que, ainsi que l'avait déjà supposé Huxley, le pied des Céphalopodes est représenté par les bras et par l'entonnoir;

2° La conclusion, amenée par l'étude des Ptéropodes recueillis par le *Challenger*, que l'ordre des Ptéropodes de Cuvier est artificiel, les Thécosomes ayant l'organisation générale des Tectibranches du groupe des Bulléens, les Gymnosomes au contraire se rattachant aux Aplysiens;

3° La découverte de la possibilité d'arriver à une classification naturelle

des Lamellibranches en se basant sur les caractères fournis par les branchies; cette classification, établie d'après l'examen d'un nombre considérable de genres, et confirmée par l'étude des riches matériaux rapportés par l'expédition du Siboga, est admise aujourd'hui par la plupart des zoologistes;

4° La démonstration de l'unité de l'embranchement des Mollusques (niée par certains auteurs) par l'étude comparée des types les plus archaïques des divers groupes;

5° La confirmation de la répartition naturelle des Gastéropodes en Stréptoneures à système nerveux croisé et en Euthyneures à système nerveux décroisé;

6° L'explication la plus plausible des causes du phénomène de la torsion chez les Gastéropodes; cette explication établie par M. Pelseneer sur des données anatomiques, est admise, de préférence à celles qui avaient été données antérieurement par divers auteurs, par presque tous les zoologistes, et M. Robert a montré que les faits embryogéniques étaient entièrement en sa faveur;

7° La démonstration que chez les Lamellibranches, l'hermaphrodisme dérive toujours d'une mono-sexualité antérieure; il est vraisemblable qu'il s'agit d'un phénomène général pour tous les animaux, et d'aucuns le désignent même aujourd'hui sous le nom de loi de Pelseneer.

Après avoir publié, outre les travaux fondamentaux auxquels il vient d'être fait allusion, de nombreuses Notices relatives à l'anatomie et à l'éthologie des Mollusques, M. Pelseneer a résumé les résultats acquis par ses devanciers et par lui-même en un Ouvrage aussi concis que lumineux intitulé : *Introduction à l'étude des Mollusques*, véritable vade-mecum de la Malacologie moderne ; plus tard il faisait paraître le volume consacré aux Mollusques dans le grand Traité de Zoologie de Ray Lankester ; cet Ouvrage peut être considéré comme étant un des meilleurs de cette importante collection ; il donne l'impression que les Mollusques sont parmi les animaux aujourd'hui les mieux connus et les mieux compris.

Après avoir basé ses investigations morphologiques presque exclusivement sur l'anatomie, M. Pelseneer a publié en 1911 un Mémoire des plus importants ayant pour titre : *Recherches sur l'embryologie des Gastropodes*.

C'est le résultat de dix années de recherches comparatives sur le développement de nombreuses espèces, étudié autant que possible sur le vivant; l'auteur s'est principalement attaché à envisager les rapports entre

les divers modes d'évolution et les conditions biologiques variées dans lesquelles se fait cette évolution; ce point de vue particulièrement original, bien différent de celui qui a guidé jusqu'ici les embryologistes, a cet avantage de permettre de bien mettre en évidence la part qui revient dans le phénomène au facteur hérédité d'une part, au facteur adaptation de l'autre et de séparer ce qui est le fait de la phylogénie de ce qui résulte de la convergence. En étudiant simultanément l'embryologie de forme appartenant à des groupes différents systématiquement et éthologiquement, M. Pelseneer a pu démontrer le bien-fondé de la classification des Gastéropodes telle que l'anatomie l'avait fait concevoir; s'élevant aussi à des considérations plus hautes, il a montré combien dans l'embryogénie les faits qu'il a constatés plaident en faveur de la prédominance dans l'évolution des facteurs Lamarckiens sur les facteurs Weismanniens. Ce Mémoire a valu en Belgique à son auteur le prix décennal des Sciences zoologiques.

M. Pelseneer s'est empressé de consacrer le montant de ce prix, majoré de deux années de son traitement à l'École normale primaire de Gand, à la fondation d'un prix académique auquel il a donné le nom de *Prix Lamarck*.

Il est pénible de devoir constater que malgré sa très grande valeur comme zoologiste M. Pelseneer ait été laissé par les gouvernants de son pays dans une position subalterne qui n'est nullement en rapport avec ses capacités, et qu'il ait été victime de la sincérité de ses opinions philosophiques. Tous les efforts des centres zoologiques belges pour le faire nommer à un poste plus digne de sa science ont échoué.

Nous estimons qu'en décernant à M. **Paul Pelseneer** un prix Cuvier nous faisons un acte de justice et que nous récompensons comme elle le mérite l'œuvre fructueuse et hautement remarquable d'une vie consacrée entièrement à la recherche désintéressée de la vérité.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Ranvier, Edmond Perrier, Delage, Henneguy, Marchal, Grandidier, Laveran, le prince Bonaparte; E.-L. Bouvier, rapporteur.)

Votre Commission vous propose d'attribuer le prix Savigny à M. le Dr **R. Jeannel** pour son exploration zoologique, effectuée avec M. Ch. Alluaud,

dans les grands massifs montagneux de l'Afrique orientale et pour ses recherches sur certains des animaux articulés qui proviennent de ces explorations.

Le voyage de MM. Ch. Alluaud et R. Jeannel en Afrique orientale a été effectué en 1911-1912 avec le but spécial d'étudier la faune et la flore des hautes montagnes à neiges éternelles qui se dressent sous l'équateur. Déjà de nombreux explorateurs se sont succédés sur les hauts massifs de l'Afrique tropicale, soit en Abyssinie, soit sur les montagnes Ruwenzori, Kénya et Kilimandjaro en Afrique orientale; mais il en est bien peu qui aient pu vaincre les difficultés d'un séjour prolongé au-dessus des forêts. D'autre part, si de nombreuses et importantes recherches ont été faites par des naturalistes sur le Kilimandjaro et le Ruwenzori, nous ne connaissions à peu près rien de la faune et de la flore des monts Kénya et Aberdare. C'est avec le désir de combler ces lacunes que MM. Alluaud et Jeannel ont entrepris leur voyage. Leur but a donc été d'abord l'exploration du Kénya et de la chaîne de l'Aberdare; de plus ils ont porté leur attention principalement sur la petite faune, toujours peu connue, sur les espèces endogées et cavernicoles, tant sur les hautes montagnes que dans les grottes du littoral.

Avec ces récoltes et celles des précédents explorateurs, les botanistes et les zoologistes ont maintenant en main des matériaux déjà très abondants sur les trois grands massifs alpins de l'Afrique tropicale : Ruwenzori, Kénya et Kilimandjaro.

Dans une publication qui ne comprendra pas moins de 8 volumes, tous commencés, MM. Alluaud et Jeannel réunissent actuellement les nombreux Mémoires consacrés à leurs récoltes.

La plupart de ces Mémoires (43) sont ou seront l'œuvre de savants spécialistes français ou étrangers dont ils ont obtenu le concours. Mais nos deux explorateurs sont en même temps des entomologistes distingués et ils ont largement concouru, par leurs recherches, à la publication de cette œuvre considérable. Outre un fascicule important qui contient la liste des stations et la carte des régions parcourues, ils ont étudié en commun les grottes de l'Afrique orientale et publié sur ce sujet absolument nouveau un Mémoire qui renferme une foule de renseignements biologiques relatifs aux dix grottes qu'ils ont explorées et à la faune très curieuse des Arthropodes qui habitent ces grottes. Le Mémoire que M. Santschi a consacré aux Fourmis est riche en observations biologiques recueillies par les deux explorateurs sur les Fourmis elles-mêmes, sur les xénophiles qui

fréquentent leurs nids et sur les curieux *Crematogaster* qui habitent les galles des Acacias.

Personnellement, M. Jeannel a consacré quatre Mémoires à l'étude des matériaux récoltés au cours de la campagne. L'un de ces Mémoires est relatif aux larves d'Hyménoptères proctotrupides qui vivent en parasites dans les Cicadelles de l'Afrique orientale; un deuxième à la description d'un Strepsiptère nouveau, *Tettigoxenos cladoceras* dont l'hôte reste malheureusement inconnu. Deux autres, consacrés aux Hémiptères, sont des œuvres de grande envergure qui ont demandé à M. Jeannel un long travail, de profondes recherches et une habileté de dessin extraordinaire; le premier est une revision complète des Pentatomides de l'Afrique orientale; il forme un fascicule de 114 pages accompagnées de 4 planches; le second, actuellement sous presse, ne compte pas moins de 200 pages et de 8 planches; il traite des Réduvides des mêmes régions et doit être regardé comme une contribution maîtresse à l'étude de ces Hémiptères piqueurs et suceurs de sang.

De cette série de Mémoires publiés par MM. Alluaud et Jeannel ou par les collaborateurs qu'ils ont associés à leur œuvre, on peut dégager dès maintenant les considérations générales suivantes :

Au point de vue biogéographique, l'Afrique orientale doit être subdivisée en deux régions différentes. Les espèces d'Insectes de l'Ouganda sont le plus souvent apparentées à celles du Congo ou de l'Éthiopie; celles de l'Afrique orientale proprement dite, c'est-à-dire des régions situées à l'est des grands lacs, ont plus d'affinités avec les espèces du Mozambique et de l'Afrique australe. La faune de l'Ouganda est un prolongement oriental de la faune éthiopienne, tandis que la faune de l'Afrique orientale allemande et anglaise n'est qu'un prolongement septentrional de la faune australe. Le « Nandi escarpment » situé au nord-est du Victoria-Nyanza se trouve aux confins de ces deux faunes.

Les hautes montagnes à neiges éternelles de l'Afrique orientale sont peuplées d'espèces alpines dont l'aspect rappelle étonnamment celui des espèces alpines européennes. Mais ce ne sont là que des exemples d'adaptations parallèles dans des groupes phylogéniques différents. Il existe bien quelques rares espèces archaïques qui se trouvent à la fois en Europe et sur les hauts sommets de l'Afrique (*Planaria gonocephala* Dug., *Scolopendrella vulgaris* Hansen); ce sont là d'anciennes relictes. Mais l'immense majorité des espèces alpines de l'Afrique orientale appartiennent à des groupes tropicaux, tous différents des groupes qui ont donné les espèces alpines de

l'Europe. C'est le cas des Opilionides, des Dermaptères, des Diptères, des Psélaphides et des Carabiques.

Il faut enfin ajouter que ces considérations, qui sont vraies pour les trois massifs Ruwenzori, Kénya et Kilimandjaro, ne semblent pas se vérifier entièrement en ce qui concerne les hauts sommets de l'Abyssinie.

A cette œuvre de haute valeur et qui doit marquer parmi les explorations zoologiques, M. Jeannel a pris une part égale à celle de M. Alluaud; vous avez déjà témoigné à celui-ci votre estime en lui accordant une récompense, nous vous proposons d'en témoigner une égale à son collaborateur en attribuant à M. **R. Jeannel** le prix Savigny.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Charles Richet, Armand Gautier, Edmond Perrier, Guignard; Laveran, Quénu, Roux et Henneguy, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

1° Les trois prix de la valeur de *deux mille cinq cents francs* :

A M. le Dr **Hippolyte Morestin**, chirurgien des hôpitaux de Paris, pour ses travaux sur l'autoplastie de la face chez les blessés de guerre;

A M. le Dr **Ed. Delorme**, médecin inspecteur général de l'armée, particulièrement pour ses recherches relatives à la décalcification consécutive aux traumatismes de guerre;

A M. le Dr **Auguste Pettit**, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, pour ses recherches relatives au mode d'action de divers microorganismes sur les éléments anatomiques;

2° Les trois mentions de la valeur de *quinze cents francs* :

A MM. les Drs **Léon Imbert**, professeur à l'École de médecine de Mar-

seille, et **Pierre Réal**, dentiste des hôpitaux de Paris, pour leurs travaux relatifs à la chirurgie maxillo-faciale ;

A M. le Dr **F. Rathery**, professeur-agrégé à la Faculté de médecine de Paris, et ses collaborateurs : MM. **L. Ambard**, chef de laboratoire à la même Faculté; **P. Vansteenberghe**, chef de laboratoire à la Faculté de médecine de Lille, et **R. Michel**, interne des hôpitaux de Paris, pour leur ouvrage intitulé : *Les fièvres paratyphoïdes B à l'hôpital mixte de Zuydcoote de décembre* 1914 *à février* 1916;

A M. le Dr **Giuseppe Fayaro**, professeur à la Faculté de médecine et chirurgie de Padoue, pour son ouvrage intitulé : *Ricerche intorno al cuore dei vertebrati.*

Rapport de M. **Quénu** *sur les travaux de M.* Hippolyte Morestin *sur la chirurgie maxillo-faciale.*

Depuis le commencement de la guerre M. le Dr **Hippolyte Morestin**, chirurgien des hôpitaux de Paris, a consacré toutes ses forces et son talent à la réparation des blessures de la face et des mâchoires. Jusqu'à ces dernières semaines, tant au Val-de-Grâce qu'à d'autres formations, il avait opéré près de 3000 blessés (2940).

Quant aux résultats, tous les chirurgiens et médecins ont pu les vérifier soit à la Société de Chirurgie, soit à l'Académie de Médecine. M. Morestin n'a pas fait moins de 70 présentations ou communications à la Société de Chirurgie. Il a été le vulgarisateur, sinon le promoteur, des transplantations cartilagineuses, pour la réparation des boîtes craniennes, des pertes de substance du nez, des mâchoires, etc.

M. le Dr **Hippolyte Morestin** a acquis dans les réparations maxillo-faciales une véritable maîtrise reconnue de tous; il s'est dévoué corps et âme à une tâche difficile, ingrate, exigeant une énorme patience; il s'est acquis la reconnaissance de milliers de blessés.

Rapport de M. **Quénu** *sur les travaux de M.* Ed. Delorme.

Le plus original des Mémoires de M. le Dr **Ed. Delorme**, médecin-inspecteur général de l'armée, me paraît être celui qui a trait à la décalcification; il contient des vues personnelles et des docucuments originaux sur un sujet jusqu'ici peu étudié.

La décalcification des os, à la suite des plaies de guerre, intéressant les

troncs nerveux avait été spécialement remarquée. M. Delorme a étendu ces recherches; il a examiné 1350 épreuves radiographiques.

A la main, l'ostéoporose s'est montrée dans la moitié des lésions anciennes du métacarpe, dans le cinquième des lésions des phalanges; à l'avant-bras, dans plus de la moitié des cas; au bras, dans près de la moitié.

Au pied et à la jambe, dans la moitié des cas.

L'ostéoporose est donc une séquelle très fréquente des traumatismes de guerre en général, et des traumatismes des os en particulier. Elle est plus spécialement observable dans les épiphyses, tantôt transitoire, tantôt permanente.

M. Delorme s'est livré à quelques recherches sur la pathogénie. Les troubles de la circulation artérielle lui paraissent incriminables, cependant sur sept cas de ligatures artérielles des membres, M. Delorme n'a trouvé qu'un seul exemple de décalcification. Les altérations anciennes des nerfs paraissent avoir bien plus d'importance.

Dans les lésions anciennes des nerfs des membres supérieurs, Delorme sur 54 cas a rencontré 41 fois l'ostéoporose soit dans les $\frac{4}{5}$ des cas et 23 fois dans 37 cas de blessures du sciatique et de ses branches.

Quel est le traitement de l'ostéoporose? M. Delorme énumère : les courants de haute fréquence, les cures solaires, l'emploi de chlorure de calcium, des sels de manganèse, de phosphates calcaires, etc.; il ne conclut pas et n'apporte pas au point de vue thérapeutique de résultats personnels.

Ce Mémoire est accompagné de quelques belles radiographies (13).

Dans un chapitre ultime, M. Delorme envisage les conséquences de l'atrophie calcaire au point de vue de la solidité du squelette, du rétablissement des mouvements articulaires et enfin du traitement des pseudarthroses.

S'appuyant sur les nombreux cas d'articulations qu'il a déraidis par une méthode de force, M. Delorme conclut que l'os ostéoporosé a une force de résistance qui n'est pas notablement amoindrie; par conséquent, l'ostéotrophie calcaire ne s'oppose pas à la mobilisation orthopédique des jointures. Peut-elle être un obstacle à l'application des traitements directs des pseudarthroses? M. le D^r **Ed. Delorme** n'a pas de documents à ce sujet.

En somme, Mémoire intéressant renfermant des observations et des documents personnels.

Rapport de M. **Roux** *sur l'étude faite par M.* Auguste Pettit *du mode d'action de divers microorganismes sur les éléments anatomiques.*

I. Dans une première série de recherches, à l'occasion d'une épizootie qu'il a dépistée, M. le Dr **Auguste Pettit**, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, fait connaître le développement, dans les tissus de la Truite, de l'Ichthyosporidium, singulier microorganisme qui doit prendre place dans le groupe des Haplosporidies, aux confins des règnes animal et végétal. L'affection se propage par la voie digestive. De petits éléments sphérulaires, représentant l'agent d'infection, se multiplient dans le mucus stomacal, pénètrent, sans les léser manifestement, entre les cellules épithéliales, gagnent de proche en proche la sous-muqueuse, la musculature et enfin la séreuse qu'ils effondrent; ils tombent ainsi dans le cœlome d'où ils gagnent ensuite les divers viscères pour s'y transformer en kystes. A en juger d'après le nombre des parasites qu'un poisson héberge au niveau des divers viscères, il n'est pas probable que l'Ichthyosporidium élabore une toxine active; chez les Truites mortes d'ichthyosporidiose, des parenchymes sont remplacés presque en totalité par les parasites et le tissu réactionnel dont ils déterminent la formation, de telle sorte que la mort est due plutôt à la suppression physiologique des organes qu'à une action toxique; notons, enfin, que les graisses élaborées par le parasite provoquent l'apparition de cellules géantes.

II. De nombreux travaux avaient établi la fréquence et la gravité des altérations régressives au cours des trypanosomiases. M. A. Pettit a montré qu'en réalité ces modifications se compliquent d'une transformation lymphoïde qui frappe le foie, le poumon, la rate et les surrénales. Ces transformations histologiques retentissent sur le sang qui est le siège, à certains moments, d'une mononucléose marquée; en somme, trypanosomiases et leishmanioses se traduisent par une sorte de double leucémie tissulaire et sanguine, dont la cause doit être attribuée à une toxine élaborée par les microorganismes en question : l'injection à la souris d'extraits de corps de trypanosomes suffit, en effet, pour provoquer la transformation lymphoïde du foie et de divers autres organes.

III. La spirochétose ictérohémorragique (dont avec Louis Martin l'auteur a révélé l'an passé l'existence dans l'armée et la population française) offre l'exemple d'une maladie dont les lésions sont superposables chez

l'homme et chez le cobaye, d'où des conditions d'étude particulièrement favorables. Les lésions les plus graves siègent dans le rein; vient ensuite le foie, dont les altérations, conjuguées avec celles du parenchyme rénal, caractérisent la phase d'hépato-néphrite. D'autre part, deux processus impriment un caractère particulier aux lésions : l'abondance, absolument exceptionnelle, des caryocinèses dans les cellules hépatiques et rénales et, plus spécialement, l'extension et l'intensité de la réaction hématophagique, cause première de l'ictère auquel la maladie doit son nom. Toutes ces lésions sont en rapport avec l'élaboration d'une toxine qui a permis à Louis Martin et à l'auteur de préparer un sérum thérapeutique, actuellement en usage dans les armées française et belge.

Au cours des recherches que je viens de résumer et d'autres encore dont il n'est point question ici, un fait a frappé A. Pettit : c'est la variété des réactions cytologiques vis-à-vis des microorganismes; l'auteur a été ainsi conduit à étudier une question laissée jusqu'à présent dans l'ombre, celle de l'immunité cellulaire : Pour le rat, notamment, il a montré que l'immunité naturelle dont cet animal jouit vis-à-vis de la toxine diphtérique n'est pas due à des substances spécifiques; en effet, ce poison traverse le corps de ce rongeur, en conservant intactes ses propriétés essentielles, après avoir baigné les cellules et on le retrouve inchangé dans l'urine; l'état réfractaire que le rat présente à l'égard de la toxine diphtérique est, en réalité, dû à la résistance propre des éléments anatomiques de l'organisme; en d'autres termes, il s'agit là d'une immunité cytologique.

La Commission propose de décerner un prix Montyon à M. le Dr **Auguste Pettit** pour l'ensemble de ses travaux.

Rapport de M. **Quénu** *sur les travaux de MM.* Léon Imbert *et* Pierre Réal.

Le petit volume de MM. les Drs **Léon Imbert**, professeur à l'École de médecine de Marseille, et **Pierre Réal**, dentiste des hôpitaux de Paris, publié dans la collection Horizon, a trait surtout aux fractures de la mâchoire inférieure par projectiles de guerre. La caractéristique de ces fractures est la perte de substance fréquente de l'os, compliqué ou non d'une perte de substances des parties molles. Toute la complexité thérapeutique découle de ce fait; il faut maintenir les fragments dans leurs rapports normaux avec la mâchoire inférieure, il faut s'opposer aux déviations immédiates causées par l'action musculaire, aux déviations secondaires et tardives créées par la rétraction cicatricielle, il faut plus tard

remplacer les pertes de substance par des appareils prothétiques sans parler des complications qui viennent plus ou moins tard s'ajouter aux conséquences premières de la lésion maxillaire, à savoir la constriction des mâchoires et la pseudarthrose.

Tous ces chapitres sont abordés et traités clairement, une large part est faite aux appareils si ingénieux que les prothésistes ont inventés pour le traitement des fractures du maxillaire à toutes les périodes. Le traitement chirurgical n'en est pas négligé; un chapitre est consacré à l'ostéo-synthèse et aux greffes osseuses. Au précis dont je viens de faire l'analyse, MM. **Léon Imbert** et **Pierre Réal** ont ajouté : un mémoire publié dans les *Bulletins de la Société de Chirurgie* sur le traitement des pseudarthroses du maxillaire inférieur par l'ostéo-synthèse; ce mémoire renferme deux observations originales; un mémoire sur les fractures latérales de la mâchoire inférieure avec perte de substance publié dans *L'Odontologie* avec cinq observations; un mémoire sur le traitement prothétique des fractures du maxillaire inférieur; un article de la *Presse médicale* sur la constriction des mâchoires par blessures de guerre et un autre article sur le même sujet dans le *Paris médical*.

L'ensemble de toutes ces publications sur les différentes parties d'un même sujet, les observations qui s'y trouvent viennent nous confirmer dans cette opinion que le précis d'abord analysé, loin d'être une compilation, n'est que le résumé condensé d'observations personnelles.

Rapport de M. **Laveran** *sur l'Ouvrage de MM.* F. Rathery, L. Ambard, P. Vansteenberghe *et* R. Michel *intitulé :* « Les fièvres paratyphoïdes B à l'hôpital mixte de Zuydcoote, de décembre 1914 à février 1916 ».

Pendant l'épidémie de 1914 à 1916, les auteurs ont observé à l'hôpital de Zuydcoote, près de Dunkerque, 1088 cas de paratyphoïde B; il y a eu 74 décès, ce qui donne une mortalité de 6,70 pour 100. L'ouvrage dans lequel M. le D[r] **Francis Rathery**, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, et ses collaborateurs MM. **L. Ambard**, chef de laboratoire à la même Faculté, **P. Vansteenberghe**, chef de laboratoire à la Faculté de médecine de Lille, et **R. Michel**, interne des hôpitaux de Paris, ont résumé les nombreuses observations qu'ils ont faites à Zuydcoote constitue une monographie très complète de la paratyphoïde B. Parmi les chapitres les plus intéressants, je citerai ceux qui sont consacrés à l'étude des formes cliniques, à la bactériologie et au traitement. Les auteurs ont

eu souvent recours à la vaccinothérapie : trois injections de 1^{cm^3} d'autolysat ou trois injections de $0^{cm^3},5$, 1^{cm^3} et $1^{cm^3},5$; ils croient pouvoir conclure à l'efficacité de cette méthode de traitement.

Rapport de M. **Henneguy** *sur les travaux de M.* Giuseppe Favaro.

M. **Giuseppe Favaro**, professeur à l'Université de Padoue, a consacré deux gros volumes à l'étude de l'anatomie du cœur dans la série des Vertébrés : le premier a trait aux Poissons, Batraciens, Reptiles, Oiseaux et Mammifères; le second est réservé à l'Homme. Dans ce travail, où l'historique tient une large place, l'auteur décrit avec détails la constitution macroscopique du cœur et sa structure histologique. Il s'est attaché à établir que, dans tout le système vasculaire, y compris le cœur, on retrouve la même constitution. Les vaisseaux embryonnaires et les capillaires de l'adulte sont formés par un endothélium auquel se surajoutent, dans les artères et les veines, des tuniques d'origine mésenchymateuse, l'une dense correspondant à l'intima de l'endothélium, l'autre lâche, ou tunique adventive. Au niveau du cœur, la tunique dense est représentée par la tunique propre de l'endocarde, la tunique lâche par le tissu conjonctif interstitiel du myocarde. La tunique lâche est très développée par suite de l'infiltration de fibres musculaires striées; la tunique interne est au contraire très réduite, surtout chez les Vertébrés supérieurs.

De bonne heure, en divers points du cœur, se produisent, par prolifération de l'endothélium, des épaississements qui prennent le caractère de syncytium et auxquels s'ajoutent des éléments mésenchymateux. Aux dépens de ces épaississements se différencie un tissu spécial, que l'auteur désigne sous le nom de *parathélial*, qui forme les appareils valvulaires et les autres formations endocardiques. Ce tissu revêt un aspect différent suivant les régions du cœur et suivant les animaux. Il peut former un tissu conjonctif vésiculaire, cartilagineux ou osseux. La structure fondamentale de ce tissu est une substance mucoïde ayant une grande affinité pour les couleurs basiques.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Laveran, Charles Richet, Quénu, Edmond Perrier, Guignard, Roux, Henneguy; Armand Gautier, rapporteur.)

MM. E. **Weill**, professeur de clinique infantile à la Faculté de Médecine de Lyon, et **Georges Mouriquand**, agrégé de cette Faculté et médecin des hôpitaux, ont présenté pour concourir au prix Barbier, en 1917, un assez grand nombre de mémoires successivement publiés par eux : au *Bulletin de la Société médicale des hôpitaux de Paris*, à la *Revue de Médecine*, aux *Comptes rendus de la Société de Biologie*, aux *Archives de Médecine et de Pharmacie militaires*, etc., Mémoires ou Notes résumées dans un travail général paru dans la *Revue de Médecine* du 1er janvier 1916 et ayant pour titre : *Les maladies par carence*. Les maladies ainsi dénommées par ces auteurs se différencient des maladies dues aux infections et auto-intoxications, en ce qu'elles relèvent, non de l'introduction dans l'organisme d'un microbe infectieux, de l'action d'un poison ou agent nocif, ni même d'excrétions ou sécrétions anormales, mais de la déficience du manque dans l'alimentation d'un agent, d'une substance étrangère qui semble indispensable à l'assimilation normale.

Les travaux de Fraser et Stanton, Suzaki, Moszkowski, Shimamura et Odake, Eijkmann et surtout du médecin polonais C. Funk (de Londres) avaient établi que la maladie coloniale nommée *bériberi* (caractérisée par l'inapétence, les paralysies, l'asystolie progressive, les troubles de la sensibilité, l'anasarque) était attribuable à l'alimentation presque exclusive des populations asiatiques en riz décortiqué ou poli. Suzaki, Shimamura et Odake avaient aussi montré qu'il suffit d'ajouter un peu de riz non décortiqué à la ration de ces malades pour faire disparaître les troubles du bériberi; ils donnèrent à l'agent hypothétique doué de cette singulière activité le nom d'*orizanine*. C. Funk parvint le premier à extraire du son de riz une substance à laquelle il imposa le nom de *vitamine*. Il reconnut ensuite qu'une vitamine analogue se rencontre dans la cuticule d'autres céréales, et il la retrouva même dans la levure de bière. Ajoutée à l'alimentation des sujets bériberiques, la vitamine suffit à atténuer rapidement et faire disparaître le syndrome spécifique. A côté de cette maladie coloniale, C. Funk pensa qu'on pouvait placer le scorbut,

le rachitisme et peut-être la pellagre, qu'il attribua au manque dans l'alimentation de certaines substances essentielles à l'assimilation, d'où le nom de *maladies par déficience*.

Les recherches expérimentales et cliniques de M. E. Weill et G. Mouriquand ont appelé de nouveau l'attention sur le mécanisme de ces maladies qu'ils appellent *maladies par carence*. Leurs recherches semblent bien établir que la vitamine de Funk existe dans la plupart de nos aliments frais et se comporte comme une sorte de ferment ou d'excitant nerveux de l'assimilation. En effet, les vitamines agissent même à très faibles doses; une longue ébullition les détruit; elles perdent rapidement leur activité vers 120°. Elles ont été retrouvées dans toutes les céréales examinées. Leurs farines trop bien blutées, leurs graines privées de tout épisperme, alors même qu'on les emploie successivement ou simultanément chez la poule ou le pigeon, laissent aboutir l'animal à la déchéance organique avec troubles polynévritiques ou cérébelleux. Les paralysies et convulsions disparaissent dès qu'on fournit des produits cuticulaires à ces animaux; la décortication des graines de légumineuses a conduit ces auteurs aux mêmes conclusions.

La stérilisation de la viande, surtout sa conservation après qu'elle a été portée à 115°-120°, produit aussi chez le chat qui s'en nourrit des phénomènes de carence comme si, dans ce cas encore, la chaleur détruisait un ferment analogue à la vitamine des céréales. Il semble en être de même pour l'alimentation exclusive par le lait complètement stérilisé.

Sans repousser l'emploi passager des aliments carencés, il importe donc, suivant MM. Weill et Mouriquand, de se préoccuper du rôle désavantageux de leur consommation trop longtemps prolongée à l'exclusion des autres aliments frais, par exemple chez le jeune nourrisson, le soldat au front, le marin, etc.

L'addition au régime des aliments frais naturels, ou cuits seulement peu de temps à 100°, atténue et fait disparaître chez eux les troubles dits *de carence*.

En établissant que le syndrome bériberique peut apparaître sur les poules, les pigeons, etc., par l'emploi exclusif de n'importe quelle céréale décortiquée avec soin ou simplement stérilisée par la chaleur, MM. Weill et Mouriquand ont singulièrement élargi nos idées sur le mécanisme des maladies par carence, idées jusque-là presque uniquement fondées sur l'étiologie d'une maladie coloniale, le béribéri; en établissant expérimentalement que les troubles par carence ne pouvaient être attribués à une

alimentation exclusive privant les animaux d'une substance indispensable dont le manque provoquerait les troubles de carence, en montrant enfin que chez le lapin, en particulier, la stérilisation ou décortication des graines de légumineuses alimentaires provoque des altérations osseuses du type scorbutique, ces auteurs ont contribué pour une bonne part à définir ce groupe de maladies dites *par déficience* ou *carence*.

Remarquons toutefois que l'idée d'attribuer ces troubles au déficit d'un excitant ou ferment existant dans la cuticule des céréales ou d'autres graines comestibles appartient à Suzaki, Shimamura et Odake. L'extraction, la découverte de la vitamine est de C. Funk; il la considéra comme une base instable de la famille pyrimidique qu'il rapproche des purines; il montra surtout que quelques milligrammes qu'on en injecte sous la peau du pigeon bériberique rétablissaient rapidement l'appétit et la santé de l'animal.

Que la vitamine se conduise comme un ferment, une diastase qui ne concourt pas par elle-même directement à la structure des tissus, mais qui assure seulement l'assimilation normale; ou bien qu'elle se comporte, comme un aliment indispensable, même à très faibles doses, à la façon du tryptophane ou de la lysine qui dès qu'ils manquent entièrement, comme dans les produits de la digestion de l'hordéine ou de la maïsine, font apparaître de véritables troubles de déficience, tandis qu'ajoutés à la ration alimentaire aux plus faibles doses, ils rétablissent aussitôt la santé (E. G. Wilcock et F. G. Hopkins; B. Osborne; Lafayette et Mendel), diastases ou aliments spécifiques indispensables, même aux plus faibles doses, les vitamines jouent dans la nutrition animale un rôle jusqu'ici trop méconnu.

MM. Weill et Mouriquand ont eu le mérite de rappeler sur elles l'attention, de confirmer les découvertes de leurs prédécesseurs et de les généraliser. Ils ont établi expérimentalement que les syndromes de carence apparaissaient chez les animaux quelle que soit la céréale alimentaire dont on les nourrit; qu'il en est de même des graines de légumineuse décortiquée; qu'il y a aussi troubles de carence si l'on élève les animaux avec des viandes ou du lait longtemps stérilisés; que ces phénomènes disparaissent dès qu'on revient aux légumes verts, à la viande fraîche ou au lait normal. Leurs travaux concourent donc à éclairer l'étiologie de ces affections : bériberi, scorbut, peut-être aussi scrofulose, enfin maladie de Barlow du nourrisson exclusivement nourri de lait stérilisé.

Tous ces troubles de la santé semblent bien, d'après l'ensemble de ces travaux, devoir être réunis sous ce vocable caractéristique de *maladies par*

carence. C'est tout un champ nouveau et imprévu ouvert à nos conceptions de pathogénie générale.

En raison de ces considérations, la Commission propose de décerner le prix Barbier à MM. **E. Weill** et **Georges Mouriquand**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Charles Richet, Armand Gautier, Edmond Perrier, Guignard, Henneguy; Laveran, Quénu et Roux, rapporteurs.)

La Commission propose de ne pas décerner de prix cette année et d'accorder à titre d'encouragement sur les arrérages de la fondation :

Deux mille francs à M. **Jean Danysz**, chef de service à l'Institut Pasteur, pour ses recherches sur les arsénobenzènes ;

Deux mille francs à M. le Dr **H. Gougerot**, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, pour ses recherches de dermatologie;

Mille francs à MM. les Drs **Maurice Courtois-Suffit**, médecin des hôpitaux de Paris, et **René Giroux**, interne à l'hôpital Dubois, pour leur ouvrage intitulé : *Les formes anormales du tétanos*.

Rapport de M. **Laveran** *sur les travaux de M.* Jean Danysz.

Les recherches de M. **Jean Danysz**, chef de service à l'Institut Pasteur, sur les arsénobenzènes présentent, au point de vue pratique comme au point de vue théorique, un grand intérêt.

M. Danysz, en introduisant différents métaux, et notamment l'antimoine, dans l'arsénobenzène désigné souvent par le chiffre 606, a réussi à obtenir des composés ayant des propriétés curatives remarquables; il a déterminé exactement les proportions dans lesquelles cette addition devait être faite pour obtenir le maximum d'effet curatif dans certaines maladies. Le produit 219, qui est un composé d'arsénobenzène, de bromure d'argent, de cuivre et d'antimoine, est employé avec beaucoup de succès dans le traitement de la syphilis.

D'après les recherches de M. Danysz, les troubles observés après l'injection intraveineuse des arsénobenzènes et de leurs dérivés, ainsi que les

phénomènes d'intolérance de certains sujets, sont causés par la formation de composés insolubles des arsénobenzènes sous l'influence de l'acide carbonique, de l'oxygène et de différents sels contenus dans le plasma sanguin. Les précipités ainsi formés produisent des embolies. Dans la grande majorité des cas, ces précipités se redissolvent rapidement sous l'action de certaines bases dérivées des acides aminés du sang. Les nouveaux composés sont solubles en milieu neutre; ils peuvent être éliminés par les reins et les muqueuses intestinales.

Les accidents qui surviennent parfois à la suite des injections intraveineuses d'arsénobenzènes ayant, au point de vue clinique, une grande ressemblance avec ceux qui sont connus sous le nom de *crises anaphylactiques*, M. Danysz s'est demandé si, dans les deux cas, la pathogénie n'était pas la même; il croit pouvoir conclure par l'affirmative et il préconise un traitement préventif des accidents dus aux arsénobenzènes, qui est calqué sur celui des accidents anaphylactiques provoqués par des albuminoïdes.

Rapports de MM. **Roux** *et* **Quénu** *sur les travaux de M. le Dr* H. Gougerot.

Rapport de M. Roux. — M. le médecin major **H. Gougerot**, chef d'un centre dermatologique important, a eu l'occasion d'observer un grand nombre de dermo-épidermites survenues chez des blessés. Chez les uns, les lésions de la peau existaient autour des trajets fistuleux ou des surfaces suppurantes; chez d'autres elles apparaissaient plus ou moins longtemps après la guérison des blessures. Ces dermo-épidermites sont d'aspect varié; elles persistent pendant des mois et exigent un long séjour des malades à l'hôpital. Elles présentent donc un grand intérêt tant au point de vue médical qu'au point de vue militaire.

M. Gougerot estime que ces dermo-épidermites sont causées par des microbes, le plus souvent par des streptocoques et des staphylocoques. Ces bactéries se développent sur des peaux prédisposées, par l'intoxication consécutive aux longues suppurations qui ont suivi les blessures. M. **Gougerot**, en inoculant dans la peau les microbes précités, a obtenu des lésions semblables à celles présentées par les blessés.

En partant de ces données, l'auteur a institué un traitement approprié aux diverses formes de dermo-épidermites et il est parvenu à les guérir dans un temps relativement court. Son Mémoire renferme un grand nombre d'observations; il se termine par un tableau sur lequel on voit que des malades traités sans succès, parfois pendant plus d'une année, ont été guéris après quelques semaines, une fois la nature de l'affection reconnue.

Rapport de M. Quénu. — Sous le titre de *La dermatologie en clientèle*, M. le Dr **H. Gougerot**, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, a publié un volume de 740 pages avec 180 figures qui n'est que la réunion de conférences faites à la clinique de la Faculté de l'hôpital Saint-Louis. Comme le dit lui-même l'auteur dans une préface : « Ce livre est le pendant du traitement de la syphilis en clientèle qu'a déjà couronné l'Académie des Sciences ». Il ne renferme pas seulement des conseils et des formules, il cherche à faire comprendre la variété des indications thérapeutiques qui résultent de l'origine diverse et de la nature différente des manifestations cutanées. Il donne le moyen de reconnaître les différentes dermatoses, de remonter à leur origine d'ordre local ou général, afin d'instituer un traitement causal et de ne pas faire simplement du médecin un rédacteur d'ordonnances.

Ce petit livre a mis au point nos connaissances en dermatologie; il est intéressant à parcourir, rempli de quelques vues neuves sur les infections cutanées et spécialement sur les mycoses; c'est avant tout un exellent livre d'enseignement et de diffusion.

Rapport de M. **Roux** *sur l'ouvrage de MM.* Maurice Courtois-Suffit *et* René Giroux, *intitulé :* « Les formes anormales du tétanos ».

Depuis le début de la guerre, il a été décrit un type spécial de tétanos, dans lequel les contractures restent le plus souvent limitées au membre blessé et s'accompagnant d'accès spasmodique plus ou moins fréquents, sans phénomènes durables de généralisation. Cette forme de tétanos se rencontre chez les blessés ayant reçu tardivement du sérum antitétanique ou en ayant reçu une dose insuffisante. MM. les Drs **Maurice Courtois-Suffit**, médecin des hôpitaux de Paris, et **René Giroux**, interne à l'hôpital Dubois, qui ont été des premiers à signaler ce type de tétanos, en ont fait une étude approfondie, en rassemblant tous les documents publiés jusqu'ici. Ils montrent que ce tétanos partiel, s'il n'est pas convenablement soigné, peut se généraliser et amener la mort du malade. Après avoir exposé les caractères des tétanos atypiques, les auteurs montrent comment on peut les traiter en combinant la médication spécifique à celle des symptômes. La lecture du volume de MM. **Maurice Courtois-Suffit** et **René Giroux**, sur les formes anormales du tétanos, est fort utile à tous ceux qui ont à soigner des blessés.

La Commission attribue aux auteurs, à titre d'encouragement, une somme de *mille francs* sur les arrérages du prix Bréant.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Laveran, Charles Richet, Quénu, Armand Gautier, Edmond Perrier, Guignard, Roux, Henneguy.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Laveran, Charles Richet, Quénu, Armand Gautier, Edmond Perrier, Guignard, Roux, Henneguy.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Laveran, Charles Richet, Quénu, Armand Gautier, Edmond Perrier, Guignard, Roux; Henneguy, rapporteur.)

En 1896, M. le professeur Chantemesse appela l'attention de l'Académie de Médecine sur la transmission de la fièvre typhoïde par des Huîtres provenant de parcs contaminés. M. le Dr Mosny, chargé d'une mission à cet égard, montra que l'eau de nombreux parcs de notre littoral contenait le *Bacillus coli communis*. Depuis cette époque, l'origine ostréaire de la fièvre typhoïde s'est affirmée par des observations multiples. En dépit de toutes les mesures préconisées pour assurer la pureté des parcs, l'Huître, par suite de sa grande teneur en bacilles, indice certain de sa contamination par les matières fécales, constitue pour la santé publique un danger aussi grand que l'eau potable la plus impure.

M. **Paul Fabre-Domergue**, inspecteur général des pêches maritimes, a étudié, depuis plusieurs années, le mode d'alimentation de l'Huître et le mécanisme de sa contamination, ainsi que les moyens susceptibles de la débarrasser complètement des microbes infectieux qu'elle peut renfermer avant d'être livrée à la consommation. Il résulte de ses observations et de ses

expériences que les microbes siègent principalement dans le tube digestif de l'Huître et dans l'eau contenue entre les valves de sa coquille. Des Huîtres contaminées, mises dans de l'eau de mer bien filtrée et renouvelée, évacuent complètement en 4 jours le contenu de leur tube digestif avec les bacilles qu'il renferme. Au bout de 6 à 7 jours, le Mollusque peut être considéré comme complètement épuré et rendu inoffensif pour l'alimentation. Ces faits ont été entièrement confirmés par MM. Bodin et Chevrel de Rennes, qui ont montré en outre que les Huîtres, artificiellement infestés par des déjections de typhiques, ne renferment plus, après un séjour de 3 jours dans l'eau pure, de traces du bacille d'Eberth décelables par la culture.

Partant de ces données scientifiques fournies par l'expérimentation, M. Fabre-Domergue a imaginé un dispositif qui permet d'obtenir facilement le procédé qu'il a dénommé *stabulation*, c'est-à-dire le séjour des Huîtres dans de l'eau de mer pratiquement stérile afin d'obtenir l'épuration bactériologique de leur tube digestif et de l'eau contenue dans leur coquille. Nous ne pouvons décrire ici en détails les appareils de M. Fabre-Domergue dont le principe est le passage de l'eau de mer, destinée aux bassins de stabulation, sur un filtre à sable non submergé, dont la constitution a été si minutieusement étudiée par MM. Miquel et Mouchet. Il existe deux sortes de bassins de stabulation : 1° le bassin à circuit fermé dans lequel l'eau de mer artificielle est reprise après passage sur les Huîtres, filtrée à nouveau et repasse ainsi indéfiniment; cette disposition est celle qui peut être installée facilement et sans grands frais chez les entrepositaires des villes, vendant les Mollusques non préalablement épurés; 2° le bassin à circuit ouvert qui devrait fonctionner chez tous les ostréiculteurs du littoral, et pour lequel on prend directement l'eau à la mer : celle-ci est filtrée, passe sur les Huîtres et est ensuite rejetée au dehors.

Bien que les Mollusques ne prennent aucune nourriture pendant leur séjour dans les bassins, la stabulation n'exerce aucune influence sur leur saveur et leur valeur marchande.

Le principe de la stabulation n'est que le perfectionnement d'une pratique depuis longtemps connue des ostréiculteurs : le dégorgement; mais, tandis que celui-ci s'opère dans une eau non stérile et n'a pour effet que de débarrasser l'Huître des impuretés grossières qu'elle renferme, la stabulation, faite en eau renouvelée et dépourvue de microbes, détermine l'épuration complète.

Le procédé de M. Fabre-Domergue est simple et peu coûteux; il peut être employé n'importe où et permet aux ostréiculteurs et aux commerçants

qui en font l'application de vendre des Huîtres absolument saines sans augmentation sensible de prix. Il a été l'objet d'un contrôle extrêmement sévère d'une Commission nommée par le Ministre de la Marine et fonctionnant concurremment avec une délégation des marchands d'Huîtres parisiens. Il est déjà entré dans la pratique et il devrait être appliqué d'une façon courante. Il est à désirer que l'Administration de la Marine impose la construction de bassins de stabulation aux concessionnaires de parcs à Huîtres, ce qui simplifierait les manipulations des entrepositaires des villes, ceux-ci n'ayant plus qu'à veiller à la bonne conservation des produits épurés reçus directement des parcs.

Les hygiénistes, que la contamination bactérienne des Huîtres a si longtemps préoccupés, seront reconnaissants à M. l'Inspecteur général des pêches maritimes de les avoir mis en possession d'une méthode scientifique et pratique leur permettant d'écarter tout danger pour la consommation d'un Mollusque aussi important pour l'alimentation et dont l'élevage est une source de richesse pour nos populations maritimes.

La Commission, à l'unanimité, propose d'attribuer le prix Bellion à M. **Paul Fabre-Domergue**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Laveran, Charles Richet, Armand Gautier, Edmond Perrier, Guignard, Roux, Henneguy; Quénu, rapporteur.)

La Commission a eu à examiner un volumineux Mémoire de M. le Dr **P. Chavigny**, médecin chef du centre médico-légal de Nancy, sur les mutilations volontaires par armes à feu. Il s'agit d'un travail médico-légal sur un sujet fort important et délicat qui a préoccupé l'opinion du public et du gouvernement en même temps que celle des médecins. M. Chavigny a repris l'historique de la question, discuté les travaux antérieurs, ajouté des expériences personnelles sur le tatouage produit par l'arme à feu; il conclut en excusant les erreurs qui ont pu être faites au commencement de la guerre et qui étaient pour ainsi dire inévitables; ses recherches cliniques et expérimentales rendront, espère-t-il, ces erreurs plus rares.

Ce Mémoire nous a paru réaliser un effort scientifique et mériter l'attribution du prix.

La Commission propose en outre d'accorder des mentions honorables à M. le Dr **Léon Binet**, préparateur à la Faculté de médecine de Paris, pour son ouvrage intitulé: *Le guide du médecin aux tranchées*, et à M. le Dr **André Tournade**, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Toulouse, pour son ouvrage intitulé : *La pratique de l'hygiène en campagne*.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX ARGUT.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Laveran, Charles Richet, Quénu, Armand Gautier, Edmond Perrier, Guignard, Roux, Henneguy.)

Le prix n'est pas décerné.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy, Charles Richet; Edmond Perrier, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le prix à M. l'abbé **Gabriel Foucher**, conservateur des collections d'histoire naturelle de l'Institut catholique, pour ses *Études biologiques sur quelques Orthoptères*, Mémoire publié en 1916.

M. l'abbé Foucher s'est adonné depuis quelques années à l'élevage d'insectes particulièrement rares en Europe à l'état vivant, bien que quelques espèces, notamment des genres *Bacillus* et *Leptynia*, habitent le midi de la France, à partir du versant méridional du Plateau Central et l'Espagne. Il s'agit des Phasmides qui doivent leur nom scientifique, dérivé du grec φασμα qui signifie *apparition fantôme*, à leurs formes étranges, simulant, chez les Phyllies, une feuille avec une étonnante perfection et chez la plupart des autres formes une branche sèche comme c'est le cas des Cyphocrânes, ou verte comme c'est le cas pour les *Bacillus* du

midi de la France. Le mimétisme s'étend chez les Phyllies jusqu'aux œufs qui simulent des graines de *Conium maculatum* ou de *Mirabilis jalopa*. Les études de M. l'abbé Foucher ont porté sur des Phyllies venant de Ceylan, des Cyphocrânes venant d'Amboine et qui peuvent atteindre jusqu'à 24^{cm} de long, des *Carausius morosus* venant de Madras.

Ce n'est pas la première fois que des Phyllies arrivent en France vivantes. En 1894, Charles Brongniart en présenta à l'Académie des Sciences plusieurs qui vécurent quelque temps dans les serres du Muséum où on les nourrissait de feuilles de goyavier. La difficulté de se procurer des feuilles de goyavier était un obstacle sérieux à l'élevage à Paris de ces animaux. M. l'abbé Foucher l'a heureusement tournée.

Les Phyllies se contentent de feuilles de hêtre pourpré, de chêne, de ronce; les Cyphocrânes acceptent les feuilles de hêtre pourpré et de ronce; les *Carausius* mangent indifféremment les feuilles de lierre, de lilas, de troène, de chêne. Aucune difficulté par conséquent pour l'élevage de ces animaux, au point de vue de l'alimentation, mais il leur faut de la chaleur, et une température inférieure à 20° est déjà dangereuse pour eux. M. l'abbé Foucher les a élevés dans de larges vitrines convenablement chauffées; certaines serres du Muséum pourront leur convenir.

Les élevages de M. Foucher lui ont permis de suivre ses animaux depuis leur éclosion jusqu'à la ponte; il a noté le nombre des mues qui est de cinq pour les mâles, de six pour les femelles de Phyllies. Les rudiments d'ailes commencent à apparaître dès le troisième et grandissent jusqu'à l'état adulte; il y a donc là, comme chez les Éphémères, un développement graduel des ailes et non un saut brusque correspondant à l'état nymphal comme chez le plus grand nombre des Insectes. M. l'abbé Foucher a pu vérifier le fait de la régénération des membres jusqu'à l'état adulte; mais ils ne se régénèrent plus lorsque l'état adulte est atteint. Comme l'avait vu M. Edmond Bordage, les tarses des membres régénérés n'ont que quatre articles au lieu de cinq; il semble qu'il y ait là retour à un état ancestral des Orthoptères.

Mais un des résultats intéressants des recherches de M. Foucher consiste en ce que, dans un lot de femelles de *Carausius* dont il avait à dessein restreint l'alimentation, il a obtenu des œufs qu'elles avaient pondus et qui se développaient parthénogénétiquement, un mâle. L'existence des mâles dans cette espèce, comme pour d'autres phasmides était demeurée douteuse. Ce résultat ouvre l'espoir que des études suivies réservent encore à leur auteur d'autres surprises.

Ainsi que je l'ai fait remarquer à plusieurs reprises (¹), les mâles chez les Invertébrés sont généralement plus petits que les femelles, parfois manifestement avortés; ils sont souvent plus brillants et pourvus d'ornements ou d'appendices spéciaux, mais ces particularités distinctives sont obtenues aux dépens des réserves que les femelles accumulent dans leurs œufs, et l'emploi inutile de ces réserves, qu'on pourrait qualifier de gaspillage, donne aux mâles une fragilité particulière; dans les types où les conditions d'existence sont devenues précaires, comme c'est le cas pour les animaux peu actifs qui passent de la mer dans les eaux douces plus ou moins capricieuses, ou émigrent sur la terre ferme (Lombriciens, Mollusques pulmonés) ou pour ceux qui se fixent au sol (Cirripèdes, Tuniciers, etc.), les mâles disparaissent et les femelles, au lieu de produire des œufs, ne produisent que des éléments mâles dans le temps où s'achève leur croissance (*hermaphrodisme protandre*); le fait de l'existence chez certains Cirripèdes de mâles avortés et inutiles, les femelles étant hermaphrodites protandres, suffit à prouver que l'hermaphrodisme n'est pas chez elles un état primitif, mais un état acquis; enfin, quand les mâles ont disparu ou deviennent rares, les femelles deviennent parthénogénétiques (Phasmides, divers Nématodes libres). La tendance de l'organisme masculin à gaspiller ses réserves en formations ornementales se retrouve, comme on sait, chez les Vertébrés. Du rapprochement de ces faits on pouvait conclure qu'en forçant ces femelles parthénogénétiques à diminuer, en les affamant, les réserves de leurs œufs, ces œufs pourraient produire à nouveau des mâles. Les résultats obtenus dans ce sens par M. l'abbé **Gabriel Foucher** sont un encouragement pour de nouvelles recherches propres à préciser le déterminisme des sexes.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, d'Arsonval, Roux, Laveran, Charles Richet; Henneguy, rapporteur.)

La fréquence des blessures des nerfs périphériques est considérable depuis le début de la guerre; on estime de 18 à 20 pour 100 les lésions des troncs nerveux dans les traumatismes des membres. Les rares cas observés avant la guerre n'avaient pas permis une étude complète des blessures des nerfs;

(¹) Voir notamment la lecture faite à la Séance publique annuelle des cinq Académies en 1905, *La Parure*.

il a fallu établir la signification exacte des symptômes si variables et diversement associés que l'on rencontre chez les blessés et rattacher chacun de ces symptômes à la lésion déterminante. C'est à cette tâche que se sont consacrés d'éminents cliniciens, M. et Mme Déjerine, MM. P. Marie, Babinski, Claude, et leurs élèves. M. le Dr **J. Tinel**, chef du Service neurologique de la IVe région, a réuni dans un Ouvrage didactique toutes les données nouvelles fournies par les nombreuses observations recueillies depuis le début des hostilités.

Sur 628 cas, dont l'étude constitue la base de son travail, l'auteur a enregistré 409 blessures des nerfs du membre supérieur, dont 146 intéressent le nerf radial, et 219 blessures des nerfs du membre inférieur, celles du nerf sciatique étant les plus fréquentes.

Dans la première partie de son Ouvrage, M. Tinel passe en revue les lésions des nerfs blessés, les processus de dégénération et de régénération, les méthodes d'examen des blessés, et les diverses formes cliniques qu'on peut rapporter à quatre syndromes fondamentaux et principaux en rapport avec des lésions nerveuses différentes : syndromes d'interruption, de compression, d'irritation et de régénération. La seconde partie est consacrée à l'étude des blessures de chaque nerf des membres supérieurs et inférieurs. L'auteur, se conformant à la règle suivie par son regretté maître Déjerine, à savoir : qu'il n'est pas de bonne clinique en neurologie sans anatomie précise, montre comment, à l'aide de notions très simples d'anatomie et de physiologie, peuvent être résolus presque tous les problèmes cliniques, et comment il suffit de recourir aux éléments de l'histologie et de la physiologie nerveuses pour en déduire les règles logiques d'un traitement physique ou chirurgical.

Les conclusions du travail de M. Tinel sont réconfortantes. Le pronostic des lésions nerveuses périphériques est en général favorable. Tout nerf périphérique atteint par un traumatisme tend à se régénérer pourvu que l'état général du blessé puisse supporter les frais de cette restauration. D'après sa statistique personnelle, l'auteur estime à 60 ou 70 pour 100 le nombre des régénérations spontanées. Les cas de lésions nerveuses nécessitant une intervention chirurgicale, libération ou suture, ne paraissent donc pas dépasser 30 à 40 pour 100. La suture nerveuse réussirait à peu près toujours, les insuccès étant d'environ de 12 à 15 pour 100; ce n'est que plusieurs mois après la suture qu'on peut être fixé sur le succès de l'opération, le travail de régénération d'un nerf étant extrêmement long. Le traitement électrique des membres blessés répond à trois indications principales : entretenir la contractilité des muscles paralysés, activer la

régénération, calmer la douleur. Quelle que soit la richesse des ressources thérapeutiques fournies par l'électricité sous toutes ses formes, il ne faut pas oublier que le massage et la mécanothérapie en sont le complément indispensable.

L'Ouvrage de M. **J. Tinel**, illustré de nombreuses figures originales, riche en documents de tout ordre, exposés avec une grande clarté, sera un guide précieux pour les neurologistes et les chirurgiens qui ont à traiter les blessures des nerfs. La Commission propose de décerner à son auteur le prix Lallemand.

Elle propose en outre d'attribuer une mention très honorable à M. le Dr **Stephen Chauvet**, ancien interne des hôpitaux de Paris, pour son travail sur l'*Infantilisme hypophysaire*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy; Charles Richet, rapporteur.)

Votre Commission propose de donner le prix à MM. **Henri Bierry**, maître de conférences à l'École des hautes études au Collège de France, et **Albert Ranc**, chef de travaux à l'École des hautes études à la Sorbonne, qui, à l'instigation de notre regretté confrère A. Dastre, ont fait, dans le laboratoire de physiologie de la Sorbonne, de très délicates et minutieuses expériences, commencées depuis longtemps, sur une des questions les plus difficiles de la Chimie physiologique, celle qui avait fait la grande préoccupation de Claude Bernard, la glycémie.

MM. **Henri Bierry** et **Albert Ranc** ont montré que, dans le sang, il existe, à côté du glycose libre, du glycose combiné, mais si fortement combiné, qu'on ne peut plus le déceler qu'en détruisant les matières albuminoïdes avec lesquelles il s'est engagé en combinaison stable. De sorte qu'en fin de compte il faut admettre que le sucre fait partie de la molécule protéique. Ce sucre protéidique est en aussi grande quantité (dans le sang du chien) que le sucre libre; soit à peu près 0,50 pour 100^{g} du poids sec du sang.

Ces faits importants, qui montrent qu'il est des corps de transition entre les matières protéiques et les sucres, permettent de comprendre comment la nutrition avec des matières azotées seules peut donner des hydrates de carbone à l'organisme.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, d'Arsonval, Roux, Laveran, Charles Richet; Henneguy, rapporteur.)

M. le Dr Georges Stodel, maître de conférences de physiologie à l'École des hautes études à la Sorbonne, a présenté au concours du prix Philipeaux l'ensemble de ses travaux sur les colloïdes en Biologie, et sur différentes questions de Physiologie.

Dans toute une série de Mémoires et de Notes il a appliqué à la Physiologie les méthodes de Chimie physique, et ce, en particulier, pour l'étude des colloïdes. Il montre que tous les constituants élémentaires des organismes vivants sont des colloïdes, et sont à l'état de suspensions ultramicroscopiques; le protoplasma vivant lui-même peut être considéré comme colloïdal; les liquides de l'organisme sont tous colloïdaux. Il s'ensuit que toutes les réactions chimiques qui se passent dans ces milieux participent des propriétés chimiques des colloïdes. Celles-ci permettent de faire la théorie des actions diastatiques, celles des toxines et des antitoxines, des agglutinines, des précipitines, etc.

Puis, ses recherches ont surtout porté sur les colloïdes minéraux et en particulier sur le mercure colloïdal, qu'il a été le premier à préparer en appliquant la méthode électrique et en arrivant à surmonter toutes les difficultés créées par l'état liquide de ce corps. M. Stodel a étudié les différentes propriétés du mercure colloïdal sans oublier le point de vue thérapeutique. Il a montré tous les avantages qu'on pouvait tirer de ce corps dans le traitement de la syphilis, et en particulier dans les néphrites syphilitiques. Ce sont ces recherches qui ont été le point de départ des travaux de plusieurs thérapeutes, parmi lesquels le professeur Carrieu de Montpellier, qui a montré qu'on pouvait traiter avec succès le tabes par des injections intra-rachidiennes de mercure colloïdal.

L'activité de M. Stodel s'est portée aussi sur l'étude des rayons ultraviolets, et avec M. Victor Henri il a appliqué leurs propriétés abiotiques à la stérilisation de l'eau et de liquides organiques comme le lait.

Avec M. Guisez il a étudié les injections massives de liquides dans le poumon par la voie intra-trachéale; et, toujours soucieux des applications pratiques, il a montré quel parti on pouvait tirer de cette méthode dans le traitement de différentes maladies du poumon, en particulier dans celui de la gangrène pulmonaire dont il réalise la guérison.

Enfin, dans le domaine de la Physiologie pure, M. Stodel a apporté des contributions intéressantes à la question du rôle du labyrinthe dans l'équilibre. Il a établi que des Grenouilles, qui ont perdu le sens de l'équilibre par destruction du labyrinthe, récupèrent ce sens au bout d'un certain temps; si à ce moment, et même plusieurs mois plus tard, on procède à l'ablation des hémisphères cérébraux, tous les troubles réapparaissent. Il y a donc eu véritable rééducation. Il a publié également des Notes sur différents points de la sécrétion urinaire, sur l'élimination des ferments par la bile et par le suc pancréatique, sur l'amylase fécale et sur la coagulation du sang.

La Commission propose d'attribuer le prix Philipeaux à M. **Georges Stodel.**

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX FANNY EMDEN.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy, Charles Richet.)

Le prix n'est pas décerné et il est renvoyé à 1918.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. de Freycinet, Haton de la Goupillière, Émile Picard, le prince Bonaparte, Tisserand; Carnot et Violle, rapporteurs.)

La Commission propose à l'Académie de décerner :

1° Le prix de la valeur de *mille francs* à MM. **Henri Abraham**, professeur à la Faculté des sciences de Paris, et **Paul Sacerdote**, professeur au Collège Chaptal, pour le *Recueil de constantes physiques*, qu'ils ont publié sous les auspices de la Société française de physique;

2° La mention de la valeur de *cinq cents francs* à M. le Dr **Jules Delobel**, médecin inspecteur des enfants du premier âge, pour ses recherches relatives à la protection des enfants du premier âge dans le département de l'Oise.

Rapport de M. **J. Violle** *sur le Recueil de constantes physiques, de MM.* Henri Abraham *et* Paul Sacerdote.

MM. **Henri Abraham**, professeur à la Faculté des sciences de Paris, et **Paul Sacerdote**, professeur au Collège Chaptal, ont publié un *Recueil de constantes physiques*, qui n'est pas seulement une statistique exacte de toute les constantes nécessaires au physicien. On y trouve pour chaque constante la valeur offrant actuellement la plus grande probabilité et le degré même de cette probabilité.

Une telle supériorité sur les recueils déjà existants n'a pu être obtenue que par le concours de plus de cent membres de la *Société française de Physique*, dont chacun s'est astreint à ne présenter que les meilleurs résultats acquis relativement aux quantités dont il fait l'objet de ses propres études.

La mise en œuvre de tous ces matériaux était une difficile et ingrate besogne. Leur plan général établi, les deux savants auteurs ont passé cinq années à édifier, avec le précieux concours de M. Gauthier-Villars, un ouvrage d'une valeur inappréciable dans tout laboratoire.

Voulant reconnaître le rare et utile mérite de MM. **Henri Abraham** et **Paul Sacerdote**, votre Commission vous propose à l'unanimité de leur décerner le prix Montyon (Statistique).

Rapport de M. **Adolphe Carnot** *sur la brochure de M. le Dr* Jules Delobel, *médecin inspecteur des enfants du premier âge, intitulée :* « Vingt-cinq années (1889-1913) de protection des enfants du premier âge dans le département de l'Oise ».

Le Dr **Jules Delobel** a mis à profit, pour la rédaction de son étude statistique, les rapports annuels présentés au Conseil général du département de l'Oise par l'inspecteur départemental des enfants assistés. Il a groupé les résultats fournis par ces rapports, d'abord en tableaux numériques, puis en graphiques, comme exprimant mieux que les premiers le sens des variations observées au cours de la période de vingt-cinq ans qu'il a envisagée.

Les trois premiers tableaux ou graphiques font connaître le nombre des

enfants placés en nourrice et surveillés par le service départemental depuis leur admission jusqu'à l'âge de deux ans, ainsi que le nombre des enfants retirés avant l'expiration de ces deux années et celui des enfants décédés avant cet âge.

Le Tableau n° IV montre que la mortalité générale annuelle a été fort élevée (de 13 à 14 pour 100) de 1889 à 1895, mais qu'elle s'est notablement abaissée ensuite et surtout à partir de 1908, en se fixant entre 4 et 5 pour 100. Cette amélioration très importante est la conséquence de la suppression de l'usage du biberon à tube, suppression qui a été conseillée avec insistance par les médecins inspecteurs et vivement recommandée par l'inspecteur départemental et par les arrêtés du préfet de l'Oise. L'interdiction absolue de ce biberon a enfin été prononcée, pour tous les départements, par la loi de 1908, votée sur la demande de l'Académie de Médecine. Elle a eu les plus heureux effets dans le département de l'Oise pour la diminution de la mortalité infantile.

Les Tableaux de V à XIII donnent, pour les 25 années d'observation, des renseignements sur l'*origine* des nourrissons placés dans l'Oise, provenant de ce département même et, en plus grand nombre encore, de celui de la Seine; ils indiquent le pourcentage de leur *mortalité*, en même temps que leur *sexe*, leur *état civil* et leur *mode d'alimentation*. Les principaux faits à signaler sont les suivants :

1° La mortalité a été sensiblement plus grande pour les *garçons* que pour les *filles*, du moins entre 1898 et 1909, sans qu'on ait pu en déterminer la cause.

2° Il y a eu une différence notable, au même point de vue, entre les *enfants légitimes* et les *enfants naturels*. Le pourcentage de la mortalité a été, pour les premiers, de 6,97 et de 9,80 pour les seconds. Mais ici les explications abondent, fondées sur les difficultés de l'existence pour les filles-mères, sur leur misère fréquente pendant la durée de la grossesse, sur leur abandon souvent complet, etc.

3° L'*allaitement artificiel*, qui est le plus général dans l'Oise, a eu de mauvais résultats jusque vers 1900, comme il a été dit plus haut. Depuis cette époque et surtout après l'exclusion du biberon à tube, la mortalité est devenue aussi faible avec le biberon que par l'allaitement au sein. Bien que celui-ci soit presque toujours préférable, il a donné lieu, pendant les années 1901-1905, à une mortalité plus élevée, dont la raison n'a pas été découverte.

Les derniers Tableaux sont relatifs à l'organisation du service de l'*Inspection médicale* dans l'Oise, au nombre des enfants visités et non visités et aux *dépenses* de l'ensemble des services. Entre 1889 et 1913, les dépenses se sont progressivement élevées de 15000fr à 32000fr. On voit donc que le département a donné de plus en plus d'attention et un concours croissant à un service jugé très important. Mais il faut aussi remarquer que la *surveillance des nourrissons* ne lui a coûté que la modique somme annuelle de 8fr,95 en moyenne par enfant.

L'auteur en conclut avec raison que beaucoup d'autres départements de France devraient profiter de l'exemple et tenter de mettre aussi en pratique la loi Théophile Roussel, qui, sans obérer leurs finances, assurerait la préservation d'un grand nombre d'existences. Mieux que jamais, dans les circonstances présentes, on doit comprendre le prix qu'il faut attacher à la conservation pour notre pays du plus grand nombre possible de ses enfants.

La Commission propose d'accorder à l'auteur, M. le Dr **Jules Delobel**, la mention de 500fr.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Grandidier, Edmond Perrier, Bouvier, Bigourdan, de Launay; Émile Picard et Appell, rapporteurs.)

Le *prix* de la valeur de *deux mille francs* est décerné à M. **F. Gomes Teixeira**, recteur de l'Université de Porto, pour ses *Obras sobre mathematica*.

Une *mention honorable* est accordée à M. **Albert Bordeaux**, ingénieur-conseil des mines, pour son *Histoire des sciences physiques, chimiques et géologiques au* XIXe *siècle*.

Rapport de M. **Appell** *sur les travaux de M.* F. Gomes Teixeira.

Dans le Tome I de l'*Intermédiaire des Mathématiciens*, notre confrère M. Haton de la Goupillière attirait l'attention des géomètres sur les avantages qu'il y aurait à réunir dans un Traité spécial l'étude des courbes remarquables qui, depuis des milliers d'années, ont été l'objet des recherches des mathématiciens anciens et modernes.

Le travail ainsi proposé comme une œuvre utile répondait en effet à un besoin universellement reconnu. Sans doute des monographies de courbes de certaines espèces ou même des travaux plus complets ont été publiés à diverses époques. En rappelant l'Ouvrage de Newton *Enumeratio linearum tertii ordinis*, nous citerons le Livre de Basset : *Elementary Treatise on cubic and quartic curves*, puis les *Notes de bibliographie des courbes géométriques* de Brocard; l'Ouvrage de P. Tannery : *Histoire des lignes et des surfaces courbes dans l'antiquité*, et la publication de Gino Loria relative à certaines courbes spéciales algébriques ou transcendantes. Mais il manquait un Ouvrage systématique et complet formant un catalogue ordonné de toutes les courbes remarquables, indiquant leurs équations et leurs propriétés essentielles, avec une Notice bibliographique des auteurs qui les ont étudiées. C'est cet Ouvrage qu'a composé le professeur **F. Gomes Teixeira**, recteur de l'Université de Porto, directeur des *Annaës scientificos da Academia Polytechnica do Porto*, auteur d'un Traité d'Analyse mathématique, chef de l'École mathématique portugaise. Une première édition parue en 1897 a été depuis réimprimée et complétée et, à l'heure actuelle, les *Obras sobre mathematica*, dont cette étude systématique des courbes est l'objet principal, en sont à leur septième volume.

L'œuvre de M. Gomes Teixeira constitue également une histoire des Mathématiques envisagée sous un point de vue spécial. On retrouve en effet, en étudiant les diverses courbes qui se sont introduites en Géométrie, l'illustration des progrès de la Géométrie pure, de la Géométrie analytique, de l'Analyse infinitésimale, de l'Algèbre et de la théorie des invariants et covariants, de la théorie moderne des fonctions, de la Mécanique, de la Physique et de l'Astronomie.

Il nous est impossible de donner une analyse de la substance si riche des sept volumes. Bornons-nous à indiquer que, parmi les courbes algébriques planes, l'auteur étudie d'abord les courbes remarquables du troisième ordre, la cissoïde, la strophoïde, les cubiques de Rolle, d'Agnesi, de

Descartes, de Newton, de Chasles; puis les courbes spéciales du quatrième ordre, les spiriques de Perseus, les cassiniennes, la lemniscate, la cardioïde, les ovales de Descartes, la conchoïde de Nicomède, les quartiques bicirculaires, etc.; viennent ensuite des courbes spéciales du sixième ordre ou d'ordre supérieur : la courbe à longue inflexion de Watt, l'astroïde et les courbes qui lui sont parallèles, etc., les anallagmatiques, les conchoïdes, les paraboles des divers ordres, les rosaces, les courbes triangulaires, les développées, les courbes de direction; enfin l'auteur donne des indications générales sur les courbes algébriques, leurs singularités, leur genre, leur représentation paramétrique. Viennent ensuite les courbes transcendantes, les cycloïdes, les épicycloïdes et les hypocycloïdes, les sinusoïdes, les logarithmiques, les spirales, les tractrices, les courbes de poursuite, les développantes, les caustiques, etc.

M. Gomes Teixeira ne se borne pas aux courbes planes : il consacre plusieurs chapitres aux courbes gauches, d'abord aux courbes algébriques telles que cycliques sphériques, fenêtre de Viviani, courbes tétraédrales, etc., puis aux courbes transcendantes, courbes de Bertrand, courbes à courbure ou à torsion constante, hélices de diverses natures, chaînette sphérique et courbe du pendule sphérique, polhodie et herpolhodie, etc.

Le Tome VII se termine par un appendice sur les problèmes célèbres de la Géométrie élémentaire non résolubles par la règle et le compas : duplication du cube, division de l'angle, quadrature du cercle, avec leur histoire, leurs solutions approchées et la démonstration de leur impossibilité.

Hermite pensait (¹) que les nombres et les combinaisons de l'analyse ne sont pas le produit de notre esprit, qu'ils existent en dehors de nous et que nous nous bornons à les étudier, de la même manière que les physiciens et les naturalistes étudient les phénomènes du monde dit *matériel*. Cette doctrine peut être appliquée également aux êtres géométriques et particulièrement aux courbes qui ont fait l'objet de tant de recherches, qui ont été étudiées par les savants de toutes les époques et qui ont pris dans la Science une place qui ne leur sera plus enlevée.

En dressant un catalogue raisonné de ces courbes, en donnant leur histoire dans un important ouvrage, M. **F. Gomes Teixeira** a rendu à la Science un grand service, que la Commission propose de reconnaître en lui décernant le prix Binoux.

(¹) *Bulletin des Sciences mathématiques*, 2ᵉ série, t. 30, 1906, p. 8.

Rapport de M. **Émile Picard** *sur le travail de M.* Albert Bordeaux *intitulé :* « Histoire des Sciences physiques, chimiques et géologiques au xixe siècle ».

Dans un travail manuscrit très étendu, M. **Albert Bordeaux**, ingénieur-conseil des mines, trace une large esquisse des progrès de la mécanique, de la physique, de la chimie et de la géologie au xixe siècle. C'était là une entreprise audacieuse. Quoique certains jugements de l'auteur puissent prêter à discussion, son exposé des progrès de la science au siècle dernier est très vivant et témoigne d'une vaste érudition dans un domaine extrêmement étendu. Le travail se termine par une suite de biographies qui seront très utiles. Votre Commission propose de décerner à M. **Albert Bordeaux** une mention honorable.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

MÉDAILLES.

MÉDAILLE BERTHELOT.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Painlevé, Émile Picard ; A. Lacroix, rapporteur.)

La médaille Berthelot est décernée à :

MM. **Marius Picon** et **Marcel Lantenois**, lauréats du prix Montyon des Arts insalubres ;

M. **Gustave Vavon**, lauréat du prix Berthelot.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX FONDÉ PAR L'ÉTAT.

Grand prix des Sciences physiques.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, Roux, Delage, Bouvier, Henneguy, Marchal; Laveran, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante :

Modifications présentées par les trypanosomes dans le corps des insectes.

M. **Émile Roubaud**, attaché au service de Microbiologie coloniale de l'Institut Pasteur, a publié sur cette question une série de travaux d'un grand intérêt; ses recherches, longues et difficiles, ont été faites en Afrique équatoriale.

Le développement des trypanosomes pathogènes chez les tsétsés ou *Glossina* a lieu, suivant les virus, dans l'intestin de ces mouches, dans les glandes salivaires ou dans la trompe; à M. Roubaud revient le mérite d'avoir signalé ce dernier mode de développement et de l'avoir bien décrit. L'évolution est localisée d'emblée à la trompe ou bien cette localisation est précédée par un stade intestinal.

M. Roubaud a bien mis en évidence l'influence des conditions météorologiques (humidité, température) sur le développement des trypanosomes chez les glossines. De cette notion découle celle des races géographiques de glossines qui rendent possible ou impossible le développement d'un virus donné, et par suite facilitent ou contrarient l'extension des trypanosomiases que propagent les tsétsés.

Amené à comparer le développement des trypanosomes dans les glossines avec celui de flagellés banaux chez de nombreuses espèces de mouches, M. Roubaud a fait ressortir les affinités qui existent entre tous ces parasites des insectes, confirmant ainsi les idées émises par bon nombre d'observateurs sur l'origine invertébrée des trypanosomes sanguicoles.

Enfin, M. Roubaud a fait connaître l'existence d'un stade d'enkystement chez des trypanosomes d'insectes non piqueurs. Chez les trypanosomes sanguicoles, ce stade, qui n'existe pas, semble avoir été remplacé par l'inoculation au vertébré.

La Commission estimant que ces recherches constituent une importante contribution à l'étude des modifications des trypanosomes dans le corps des insectes, propose de décerner le Grand prix des Sciences physiques à M. **Émile Roubaud**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX ALHUMBERT.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Bouty, A. Lacroix, Wallerant, Villard, Branly.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante :

Étude de l'action du champ magnétique sur les liquides cristallins.

Aucun mémoire n'a été présenté.

L'Académie maintient la question au concours et décernera le prix, s'il y a lieu, l'année qui suivra la fin de la guerre.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, d'Arsonval, Guignard, Laveran, Bouvier, Dastre, Henneguy, Charles Richet; Delage, rapporteur.)

M. **Jean-Eugène Bataillon**, doyen de la Faculté des Sciences de Dijon, a reçu, en 1909, le prix Houlevigue, et a été, en 1914, proposé pour le prix Serres qui fut néanmoins attribué à M. Prenant. En 1916, il a été élu correspondant de notre Académie et, à ces diverses occasions, des rapports ont été fournis par M. Paul Marchal et par moi-même sur les titres de M. Bataillon. Le rapport de M. Paul Marchal étant en date de l'année dernière et très soigneusement documenté fournit un exposé des titres de M. Bataillon qui ne le cède en rien à celui qu'on pourrait faire aujourd'hui. Ce ne sont pas les quelques Notes présentées à l'Académie par M. Bataillon depuis cette date qui ont pu changer la situation; et, dans ces circonstances, faire un nouveau rapport serait une superfétation parfaitement inutile.

A l'unanimité, la Commission a été d'avis de décerner le prix Serres à M. Bataillon comme récompense pour l'ensemble de ses très remarquables travaux d'Embryogénie expérimentale.

Il n'est pas dans les habitudes de décerner des prix aux Correspondants, mais la Commission a jugé qu'une exception pouvait être faite dans les circonstances actuelles, étant donné surtout que la présente attribution de ce prix est la suite naturelle de la présentation qui avait été faite en 1914, alors que M. **Jean-Eugène Bataillon** n'était pas encore Correspondant.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PETIT D'ORMOY

SCIENCES MATHÉMATIQUES PURES OU APPLIQUÉES.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Bigourdan; Jordan, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à feu **Pierre Duhem**, membre non résident de l'Académie, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux pour l'ensemble de son œuvre et en particulier pour son Ouvrage intitulé : *Le Système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic.*

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PETIT D'ORMOY

SCIENCES NATURELLES.

(Commissaires : MM. Guignard, Roux, Bouvier, Dastre, Douvillé, Mangin ; Termier, rapporteur.)

La Commission du prix Petit d'Ormoy (sciences naturelles) propose, à l'unanimité, de décerner ce prix, en la présente année 1917, à l'ensemble de l'œuvre scientifique d'**Henry Dufet**, mort en 1905 à l'âge de 57 ans, maître de conférences à l'École Normale supérieure et professeur de Physique au lycée Saint-Louis.

L'œuvre d'Henry Dufet est considérable ; et malgré la charge très lourde de son double professorat, ce savant perspicace, infiniment consciencieux, passé maître dans l'art de mesurer avec précision et d'observer avec discernement les phénomènes physiques, a tenu dans la Science française une des premières places.

Comme Mallard et comme Wyrouboff, dont il fut l'ami et qui avaient pour lui la plus haute estime, Dufet consacra à la Cristallographie tout le temps que ses obligations professionnelles lui laissaient. Comme eux, et sur une voie parallèle aux leurs, il s'attacha à l'étude complète des cristaux ; non seulement à l'exacte description de leurs formes géométriques et de leurs diverses propriétés physiques, mais aussi, et surtout, à la recherche des liens qui doivent rattacher les propriétés physiques à la forme extérieure. Il fut philosophe en même temps que physicien ; et les phénomènes, qu'il savait si bien observer et décrire, l'intéressaient d'autant plus qu'ils éclairaient davantage la question fondamentale, encore si mal connue, de la structure cristalline.

Il commença par étudier, après Mallard, les propriétés physiques des mélanges isomorphes, et chercha à exprimer par une loi la relation entre les propriétés du mélange et celles des corps constituants. Une fonction linéaire lui parut suffisante pour représenter cette relation ; et la formule très simple qu'il donna, établie sur des expériences précises, a été, depuis lors, confirmée par toute une série de travaux.

Il se livra ensuite à l'examen critique et comparatif des deux procédés de détermination des indices de réfraction, la réfraction prismatique et la réflexion totale. Pour les cristaux durs ou les lames de clivage de cristaux tendres, les deux procédés conduisent au même résultat à moins d'une unité de la cinquième décimale ; mais la différence devient très sensible lorsqu'on a affaire à des cristaux tendres soumis au polissage : preuve certaine que, dans ce polissage, les cristaux tendres subissent une déformation permanente qui pénètre plus ou moins loin dans leur masse.

Entre temps, Dufet s'était mis à étudier et à décrire un très grand nombre de corps nouveaux, préparés par les chimistes, mais jusqu'à lui très mal connus. Ses descriptions, qui sont de véritables modèles de précision, de concision et d'élégance, paraissaient périodiquement, sous le titre *Notices cristallographiques*, au *Bulletin de la Société française de Minéralogie*. Chaque corps cristallisé y était étudié dans sa forme géométrique et dans ses propriétés optiques. Dufet se préparait ainsi à la tâche que devait lui confier, vers 1893, la Société de Physique et qui allait absorber sept années de sa vie laborieuse. Cette tâche consistait dans la publication d'un *Recueil des constantes optiques* de tous les corps cristallisés. Le *Recueil* fut publié en 1900 ; il comprenait trois gros volumes. La somme de travail qu'a exigée la rédaction de cet énorme ouvrage est vraiment prodigieuse. « Non seulement — a dit, de cette œuvre capitale, le meilleur connaisseur qui ait

été appelé à la juger, Wyrouboff — non seulement toutes les sources disséminées dans les publications scientifiques de tous les pays ont été consultées: mais les données fondamentales ont été recalculées, souvent corrigées, toujours appréciées au point de vue de la confiance qu'elles méritent. Pour quelques-unes des plus importantes, comme les indices de la calcite et du quartz, de nouvelles mesures de haute précision ont été faites. On demeure confondu devant cet effort, auquel Dufet ne pouvait consacrer que peu de temps et qui ne l'absorbait cependant pas tout entier, car, pendant ces sept années, il n'a cessé de publier d'importants Mémoires. »

Après la publication du *Recueil des constantes optiques*, Dufet continua de nous faire connaître les propriétés cristallines de corps nouveaux. En 1901, il décrivit les sulfates de terres rares, néodyme, praséodyme et samarium. La onzième série de ses *Notices cristallographiques* parut en 1903. Sa dernière œuvre, enfin, fut une étude sur la polarisation rotatoire dans certains cristaux biaxes, étude entreprise à la suite de la découverte très importante, faite en 1901 par Pocklington, du pouvoir rotatoire dans le sucre de canne clinorhombique et dans le sel de Seignette orthorhombique. Après avoir perfectionné la méthode d'observation, de façon à pouvoir examiner des lames épaisses, même dans des corps relativement très biréfringents, Dufet reconnut que les observations de Pocklington étaient exactes et que le pouvoir rotatoire existe dans d'autres corps biaxes, comme l'acide tartrique et le rhamnose. Des corps biaxes hémièdres peuvent être actifs sans que leurs solutions soient actives : tels sont le sulfate de magnésie à sept molécules d'eau et le phosphate sodico-strontique. Le pouvoir rotatoire des biaxes actifs n'est pas le même pour les deux axes ; il arrive même que, lévogyre suivant l'un des axes, un cristal soit, suivant l'autre axe, dextrogyre. Tels sont les résultats, tout à fait inattendus, des recherches de Dufet, les dernières recherches, hélas ! qu'il ait faites. Ils suffisent à montrer que l'ingénieuse explication proposée par Mallard n'est point générale : elle est sans doute vraie pour le quartz ; elle est en défaut pour les biaxes actifs et probablement aussi pour la plupart des uniaxes.

« Dufet — a dit très justement Wyrouboff — était un analyste habile, un observateur de premier ordre ; il était doué de cet esprit scientifique qui sait se tenir à égale distance des exagérations du calcul et de l'expérience. »

Cet homme infiniment modeste, qui, de son vivant, n'a guère connu les honneurs, mérite d'être cité en exemple, pour la noblesse de sa vie, la sûreté de sa méthode scientifique, la grandeur nonpareille de son désin-

téressement. La Commission demande à l'Académie de lui décerner le prix Petit d'Ormoy, regrettant que cette récompense soit aussi tardive. Puisse ce témoignage de sympathie, d'estime et de reconnaissance, apporter à Mme **Henry Dufet**, dans le grand chagrin que vient de lui causer la mort glorieuse de son fils devant l'ennemi, un peu de réconfort et de consolation !

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Boussinesq, Lippmann, Appell, Bigourdan, Baillaud ; Émile Picard, rapporteur.)

Depuis les travaux de Riemann et le Mémoire de Darboux sur les fonctions discontinues, la notion d'intégrale définie semblait avoir été approfondie autant qu'il est possible. M. **Henri Lebesgue**, maître de conférences à la Sorbonne, a montré qu'il n'en était rien. L'idée de fonction *sommable* qu'il a introduite dans la Science est plus générale que celle de fonction *intégrable* au sens de Riemann, au moins pour les fonctions bornées. Une conséquence de cette notion généralisée de l'intégrale est que toute fonction bornée sommable est la dérivée de son intégrale indéfinie, sauf peut-être pour un ensemble de points de mesure nulle. Ces travaux ont eu de nombreuses applications, et les idées nouvelles ont montré leur fécondité entre les mains de M. Lebesgue et de ceux qui l'ont suivi. La théorie des séries trigonométriques notamment s'est trouvée renouvelée. Loin de conduire à des complications nouvelles, l'emploi de l'intégration des fonctions sommables apporte d'heureuses simplifications.

En même temps que la notion d'intégrale définie, M. Lebesgue approfondissait les notions d'aire et de surface, et là encore il obtenait des résultats très importants.

L'œuvre considérable de M. Lebesgue contient d'autres travaux que ceux auxquels nous venons de faire allusion ; mais c'est en visant uniquement ses études *sur les principes du Calcul infinitésimal*, que votre Commission vous demande à l'unanimité d'attribuer le prix Saintour à M. **Henri Lebesgue**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HENRI DE PARVILLE.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Painlevé, Appell, Armand Gautier, Adolphe Carnot; A. Lacroix, Émile Picard, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

Un prix, de la valeur de 2000^{fr}, à M. **Charles de la Vallée Poussin**, professeur à l'Université de Louvain, correspondant de l'Académie, pour son *Cours d'analyse infinitésimale* et ses *Leçons sur les intégrales de Lebesgue, les fonctions d'ensemble et classes de Baire;*

Un prix, de la valeur de 1000^{fr}, à M. **D. Bois**, assistant au Muséum d'Histoire naturelle, pour ses nombreux ouvrages consacrés à l'horticulture et à la vulgarisation des produits végétaux des colonies;

Un prix, de la valeur de 500^{fr}, à M. **N. Lallié**, pour son ouvrage intitulé : *Les moteurs agricoles.*

Rapport de M. **Émile Picard**
sur les travaux de M. Charles de la Vallée Poussin.

On doit à M. **Charles de la Vallée Poussin** un *Cours d'analyse infinitésimale*, qui en est à sa troisième édition. Dans cet ouvrage remarquablement rédigé, l'auteur, après avoir traité des parties classiques de l'analyse, conduit sans efforts le lecteur jusqu'aux travaux modernes les plus délicats concernant les intégrales définies et la théorie des ensembles. Plus récemment, le savant professeur de l'Université de Louvain a publié des leçons, qui se recommandent par les mêmes qualités, sur *les intégrales de Lebesgue, les fonctions d'ensemble et classes de Baire.* Il a semblé à votre Commission que ces volumes, œuvre personnelle en même temps que de haute vulgarisation, rentrent éminemment dans les conditions de la fondation de Parville; elle est unanime à vous proposer de donner un prix de 2000^{fr} à M. **Charles de la Vallée Poussin**.

Rapport de M. **A. Lacroix** *sur les travaux de M.* D. Bois.

Assistant de culture au Muséum d'Histoire naturelle, ancien professeur à l'École coloniale, secrétaire-rédacteur de la Société nationale d'horticulture de France depuis la mort de notre confrère Duchartre, M. **D. Bois**

a consacré une grande partie de son activité scientifique à populariser les produits végétaux des pays tropicaux et en particulier ceux de nos colonies, à acclimater certains d'entre eux en France pour les faire entrer dans l'alimentation (le crosne par exemple), et aussi à faire connaître au plus grand nombre les notions les plus essentielles de l'horticulture.

C'est à cette tendance de son esprit que sont dus les nombreux volumes publiés par M. Bois et dont certains ont eu plusieurs éditions : *Nouveaux légumes d'hiver* (1889); *Atlas des plantes de jardins et d'appartements* (trois volumes avec 320 planches exécutées d'après nature, 1890); *Les Orchidées* (1892); *Dictionnaire d'Horticulture* (1893-1899); *Le potager d'un curieux* (1889, 1892, puis 1899); *Le petit jardin* (1888, 1899, puis 1908); *Les végétaux, leur rôle dans la vie quotidienne* (1909); *Les produits coloniaux* (1912), etc.

Tous ces Ouvrages présentent le même caractéristique : bonne documentation botanique, jointe au souci de mettre en évidence le côté pratique de la question. M. Bois ne fait pas seulement de l'érudition, il décrit surtout ce qu'il a vu, ce qu'il a appris dans sa pratique du Jardin des Plantes de notre Muséum national, où il est entré en 1872 sous le professorat de Decaisne, dans les jardins botaniques de l'Europe qu'il a parcourue dans tous les sens et aussi dans ceux d'Extrême-Orient, de l'Indochine à Java.

Cet ensemble de travaux de sérieuse vulgarisation mérite d'être récompensé, aussi votre Commission est-elle unanime à vous proposer l'attribution à M. **D. Bois** d'un prix de Parville de 1000fr.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX LONCHAMPT.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, Roux, Laveran, Dastre, Mangin, Charles Richet; Guignard, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX HENRY WILDE.

(Commissaires : MM. Grandidier, Lippmann, Guignard, Violle, A. Lacroix, Bigourdan; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner :

Un prix, de la valeur de *deux mille francs*, à M. **A. Claude**, membre adjoint du Bureau des longitudes, pour ses recherches d'astronomie et de physique;

Un prix, de la valeur de *deux mille francs*, à M. **Georges Sagnac**, professeur adjoint à la Faculté des Sciences, pour un appareil intéressant la défense nationale.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX GUSTAVE ROUX.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Painlevé, Émile Picard, Appell, Edmond Perrier; A. Lacroix, rapporteur.)

M. **Joseph Guyot**, préparateur à l'École normale de Fontenay, est un jeune physicien d'avenir; il a publié dans les *Comptes rendus* plusieurs Notes sur des questions d'électricité. Au moment de la guerre, il préparait une thèse dans le laboratoire de notre confrère, M. Bouty. Mobilisé comme sergent, il a été gravement malade à la suite des souffrances endurées pendant la retraite de Charleroi et a été versé en 1915 au Laboratoire de chimie de guerre de l'École Normale. Il y a rendu des services distingués sur lesquels il n'y a pas lieu d'insister pour l'instant.

M. **Joseph Guyot** remplit les conditions exigées pour l'obtention du prix Gustave Roux. La Commission propose de l'attribuer à ce bon travailleur, comme encouragement pour l'avenir.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX THORLET.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Painlevé, Émile Picard, Appell, Edmond Perrier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Adolphe Richard**, répétiteur à l'École centrale des arts et manufactures, comme témoignage d'estime à ce vieux savant qui continue à travailler activement à l'inventaire des périodiques scientifiques existant dans les bibliothèques de Paris.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATIONS SPÉCIALES.

FONDATION LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Painlevé, Émile Picard, A. Lacroix, P. Appell, Edmond Perrier.)

Les arrérages de la fondation sont partagés entre Mmes **Cusco** et **Rück**.

PRIX DES GRANDES ÉCOLES.

PRIX LAPLACE ET RIVOT.

En raison des circonstances actuelles, ces prix, réservés aux premiers élèves sortant de l'École polytechnique, n'ont pu être décernés cette année.

PRIX DE L'ÉCOLE NORMALE.

(Commissaires : MM. Lippmann, Appell, Edmond Perrier, Violle, Villard, Puiseux; Émile Picard, rapporteur.)

L'attribution de ce prix, réservé à un normalien tué ou blessé au champ d'honneur, est renvoyée après la fin des hostilités.

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

FONDATION TRÉMONT.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Painlevé, Émile Picard, A. Lacroix, Appell, Edmond Perrier.)

Une subvention de la valeur de mille francs est attribuée à M. **Charles Frémont**, chef de travaux pratiques à l'École nationale supérieure des mines, pour ses recherches relatives au travail des métaux.

FONDATION GEGNER.

Commissaires : MM. d'Arsonval, Painlevé, Émile Picard, Appell, Edmond Perrier; A. Lacroix, rapporteur.)

M. **Ferdinand Gonnard**, ingénieur des arts et manufactures, ancien ingénieur des hospices de Lyon, lauréat de l'Institut, ayant figuré jadis sur une liste de présentation à une place de Correspondant dans la Section de Minéralogie, est connu pour d'intéressantes et patientes recherches de cristallographie géométrique, ainsi que par ses travaux d'histoire naturelle sur les minéraux de notre Plateau central; il a publié dans les *Comptes rendus* de nombreuses Notes, puis deux volumes sur la minéralogie du Puy-de-Dôme, du Rhône et de la Loire.

La Commission est unanime pour proposer à l'Académie d'attribuer à M. **Ferdinand Gonnard** un prix sur la fondation Gegner comme témoignage de haute estime pour une longue vie de travail dont tous les loisirs ont été consacrés au culte désintéressé de la Science.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION HENRI BECQUEREL.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Painlevé, A. Lacroix, Émile Picard, Appell, Edmond Perrier; Delage, rapporteur.)

La Commission propose de décerner à M. **Bernard Collin**, sous-directeur de la station zoologique de Cette, mort au champ d'honneur, un prix de la valeur de 1500^{fr} sur les arrérages de la fondation Henri Becquerel.

Après avoir obtenu à Dijon la licence ès lettres, M. Bernard Collin renonça rapidement aux études littéraires qu'il avait entreprises pour se consacrer à la Botanique sous la direction de M. le professeur Flahault, à la Faculté de Montpellier. Mais finalement il s'orienta vers la Zoologie, pour laquelle se développa en lui un goût très vif, et, sous la direction de son nouveau maître, M. le professeur Duboscq, se lança dans l'étude de la Protistologie, à laquelle il est resté attaché jusqu'à sa mort.

Ses recherches ont porté avant tout sur les Tentaculifères et se trouvent presque toutes condensées dans son *Étude monographique sur les Acinétiens*, qui comprend deux parties.

La première partie est relative aux variations et aux facteurs tératogènes. Chez les Ciliés, l'augmentation des dimensions moyennes s'observe dans les cultures peu prospères, peut-être à cause de la rareté des phénomènes de division, surtout parce qu'alors se produisent des divisions très inégales dont les deux individus sont respectivement la souche d'une race naine et d'une race géante. Chez les Acinètes, Collin a montré que l'accroissement de taille se produit sous la seule influence de la nutrition intensive. La division étant toujours inégale (bourgeonnement), la jeune larve, dont le cytoplasme est rajeuni, épuré, a des possibilités évolutives indépendantes de celles du parent : la limite de croissance est individuelle. La suractivité trophique se manifeste non seulement par le volume inusité du corps protoplasmique, mais aussi par l'accroissement du nombre des suçoirs et des vacuoles excrétrices, ainsi que par le changement de forme consécutif à la

perte plus ou moins complète de l'appareil de fixation. Collin a pu obtenir par surnutrition des animaux méconnaissables, les uns ayant 200 fois le volume d'un très grand exemplaire normal, d'autres ne présentant plus un seul caractère générique ou spécifique, permettant de l'identifier avec le type dont il provient. Il a montré qu'on pouvait créer expérimentalement des races sans style avec caractères spéciaux héréditairement transmissibles, et incapables de faire retour au type normal. C'est un cas très net de persistance héréditaire d'un caractère acquis.

La deuxième partie de ses recherches (Morphologie, Physiologie, Systématique) a été présentée comme thèse de doctorat (1912). Ses observations ont porté sur 62 formes différentes, dont 19 sont nouvelles.

Il traite les questions si largement que son travail est un véritable Traité des Infusoires. Tout ce qui concerne la cuticule, l'ectoplasme, l'endoplasme, le noyau, est une mise au point s'appliquant au groupe entier. De même pour toute la question de la fécondation.

En ce qui concerne le bourgeonnement, il a établi, contre l'idée classique de la correspondance des axes du parent et de l'embryon, l'orientation perpendiculaire de la larve et du parent qui la produit, de sorte qu'on ne peut homologuer directement le bourgeonnement d'une Acinète avec la division égale ou inégale d'un Cilié. « Il est curieux, dit-il, que, pour découvrir l'analogue d'une semblable disposition, il faille laisser de côté tout l'ensemble des Protistes et se reporter au bourgeonnement latéral de certains Cœlentérés (Hydra, Lizzia). »

Après avoir trouvé les larves de beaucoup d'espèces, il a été amené à les classer en embryons monaxones typiques et atypiques, et en embryons bilatéraux par inflexion et par compression. En s'appuyant sur ses découvertes, en particulier le rudiment buccal, il a établi solidement l'origine des Acinétiens, qui sont de la même souche que les Téritriches, et il a essayé de les classer en séries naturelles correspondant à leur évolution.

La connaissance qu'il avait du groupe entier des Infusoires lui a permis d'étudier les Ciliés avec le même esprit généralisateur. Il a apporté de nouvelles preuves à l'appui de l'origine polyphylétique des Astomes. Il a montré que chez *Anoplophrya* l'échange des macronucléus, signalés par A. Schneider (de Poitiers), et auquel Maupas ne pouvait croire, est réel, mais n'a point de signification sexuelle, car il est suivi de leur destruction.

Pour être condensées en quelques Notes, les recherches de Collin sur les Rhizopodes n'en sont pas moins importantes. C'est à lui qu'est dû ce que l'on sait de l'évolution des Mastigamœbiens. Le cycle décrit par Gold-

schmidt n'est autre chose qu'une grosse erreur, l'auteur allemand ayant pris pour la Gamétogénèse l'évolution d'une Chytridinée parasite.

Chez les Péridiniens, Collin a fait connaître, en décrivant un Ellobiopsidé nouveau, la structure précise de ces êtres problématiques : ils ont des noyaux somatiques et des noyaux reproducteurs avec centrosomes.

En collaboration avec son maître, le professeur Duboscq, il a fait connaître, chez un parasite des Tintinnides, un cas unique de sexualité chez les Péridiniens, avec réduction chromatique précédant la conjugaison.

Enfin Collin avait commencé l'étude des Schizophytes, dont il a fait connaître des espèces nouvelles parasites des Batraciens.

Bernard Collin était, avant l'ouverture des hostilités, préparateur au titre d'Université, puis il remplaça Calvet comme chef de travaux, sous-directeur de la station zoologique de Cette, et fut en même temps chargé d'un cours de Protistologie et son enseignement a été très remarquable.

Sergent au 21e d'infanterie, après une année de combats dans les tranchées, il fut tué dans la nuit du 28 au 29 septembre 1915 à Notre-Dame-de-Lorette, en conduisant sa section à l'assaut des positions allemandes.

Qu'il soit permis à l'auteur de ce Rapport de rappeler qu'en présentant à l'Académie la dernière Note de Bernard Collin (mars 1915), il avait cru devoir citer une phrase de la lettre accompagnant cette Note. Le jeune sergent disait : « Que n'étant pas sûr du lendemain, il tenait à communiquer à l'Académie le résultat de ses dernières recherches, bien qu'elles fussent encore incomplètes. » Quelques mois après, il tombait frappé par un projectile allemand.

Il laisse en mourant la réputation d'un maître dont les travaux remarquables font comprendre ce que la Science a perdu par cette fin prématurée.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDS BONAPARTE.

(Commissaires : M. le Prince Bonaparte, membre de droit, et MM. d'Arsonval, président de l'Académie, Émile Picard, Bouvier, A. Lacroix, Hamy, Lallemand, A. de Gramont; Gaston Bonnier, rapporteur.)

La Commission a eu à examiner vingt et une demandes de subventions. Voulant réserver pour l'après-guerre une part importante de l'annuité, et

ajournant les demandes ayant pour but des achats d'appareils, la Commission vous propose d'accorder :

1° Une somme de 2000fr à M. **Edmond Bordage**, chef de travaux pratiques à la Faculté des Sciences de Paris, pour la publication de ses recherches histologiques sur les métamorphoses des insectes. Cette demande est appuyée par notre confrère M. *Bouvier;*

2° Une somme de 2000fr à M. **Ed. Chauvenet**, chargé de cours à la Faculté des Sciences de Besançon pour la continuation de ses recherches sur le zirconium. Cette demande est appuyée par notre confrère M. *Haller;*

3° Une somme de 2000fr à M. **Gustave Dollfus**, président de la Société Géologique de France, pour la continuation de ses études de la bordure Ouest du Bassin parisien. Cette demande est appuyée par nos confrères MM. *Douvillé* et *Termier;*

4° Une somme de 2000fr à M. **Henri Froidevaux**, archiviste-bibliothécaire de la Société de Géographie, somme destinée à la Bibliothèque de la Société de Géographie, pour l'exécution d'un catalogue des périodiques que possède la Société, et qui s'élève à plus de huit cents publications. Cette demande est appuyée par nos confrères M. le *Prince Bonaparte*, MM. *Ed. Perrier* et *A. Lacroix;*

5° Une somme de 2000fr à M. **Émile Gadeceau**, correspondant du Muséum d'Histoire naturelle, pour ses études sur les forêts submergées de Belle-Ile-en-Mer. Cette demande est appuyée par nos confrères M. le *Prince Bonaparte*, MM. *Guignard*, *Gaston Bonnier*, *Mangin*, *Costantin* et *Lecomte;*

6° Une somme de 2000fr à M. **F. Gagnepain**, assistant au Muséum d'Histoire naturelle, pour l'aider à la publication d'un Dictionnaire étymologique des genres botaniques, avec illustrations. Cette demande est appuyée par nos confrères M. le *Prince Bonaparte*, MM. *Guignard*, *Gaston Bonnier*, *Mangin*, *Costantin* et *Lecomte;*

7° Une somme de 2000fr à M. **L. Joubin**, professeur au Muséum d'Histoire naturelle et à l'Institut océanographique, pour poursuivre à Messine les recherches qu'il a entreprises sur les Céphalopodes abyssaux; cette demande est recommandée par S. A. S. le *Prince de Monaco;*

8° Une somme de 2000fr à M. W. **Kilian**, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, destinée à la poursuite de ses études et de ses publications sur les faunes fossiles et la stratigraphie du sud-est de la France. Cette demande est appuyée par nos confrères M. le *Prince Bonaparte* et M. *A. Lacroix*.

En résumé, la Commission vous propose l'emploi suivant des sommes mises à la disposition de l'Académie par la générosité de notre confrère le Prince Bonaparte :

1.	M. Edmond Bordage	2000fr
2.	M. Ed. Chauvenet	2000
3.	M. Gustave Dollfus	2000
4.	M. Henri Froidevaux	2000
5.	M. Émile Gadeceau	2000
6.	M. F. Gagnepain	2000
7.	M. L. Joubin	2000
8.	M. W. Kilian	2000
	Soit un total de	16000

A la suite de la distribution de 1916, il restait un reliquat de 55000fr.

La Commission avait donc à sa disposition une somme de 105000fr.

Si nos propositions sont acceptées, il restera en réserve une somme de 89000fr.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

FONDATION LOUTREUIL.

(Membres du Conseil : MM. d'Arsonval, Émile Picard, Jordan, Le Chatelier, le Prince Bonaparte; A. Lacroix, rapporteur.)

Pour la troisième fois, le Conseil de la Fondation Loutreuil vient faire connaître à l'Académie les subventions qu'il a attribuées sur les fonds disponibles; pour la troisième fois, ses travaux ont été effectués en temps de guerre, enfin les pouvoirs de ceux de ses membres qui sont élus par l'Académie (pour une période triennale) arrivent à expiration. Il a paru au rapporteur que ces diverses circonstances lui imposaient le devoir de présenter en premier lieu quelques remarques, les unes d'ordre général, les autres déterminées par les circonstances actuelles.

M. Loutreuil a été très large et en même temps très explicite dans la définition des buts de sa fondation.

« Le revenu annuel sera consacré à encourager, dans les établissements de haute culture scientifique de Paris et de province (autres que les Universités), ainsi que par les savants et chercheurs libres, indépendants de ces établissements : le progrès des sciences de toute nature; la création et le développement de l'outillage des laboratoires; le développement des collections, bibliothèques et publications savantes; les recherches et les voyages scientifiques; la création de cours d'enseignement et à permettre de donner des allocations pécuniaires à des savants, attachés ou non à ces établissements et dont les ressources sont souvent inférieures à leur mérite. »

Ce n'est certainement pas sans intention que dans cette énumération, « *le progrès des sciences de toute nature* » a été placé en première ligne, aussi est-ce avec la certitude d'entrer dans les vues du généreux donateur que le Conseil eût été heureux de pouvoir aider surtout des recherches originales. Il a eu le regret de constater que jusqu'ici les demandes concernant des travaux à exécuter sur un programme bien défini n'ont été présentées qu'en nombre infime. Depuis trois ans, le plus grand nombre des demandes ont eu pour objet des constitutions ou des perfectionnements d'outillage, plus souvent destinés à l'enseignement qu'à un travail personnel. Les heures tragiques que nous vivons sont sans doute pour quelque chose dans cette disposition regrettable; nous espérons qu'elle s'atténuera dans l'avenir.

Nous avons relevé dans plus d'une demande cette impression qu'une subvention accordée à un établissement constituait une sorte de droit pour les établissements similaires à recevoir ultérieurement des subventions d'une valeur au moins équivalente; une demande renferme même l'expression de « compensations dues ». C'est là une erreur qu'il importe de dissiper.

En instituant le comité consultatif et en désignant ceux des établissements publics qui doivent y être représentés d'une façon permanente, M. Loutreuil n'a pas entendu conférer à ces établissements un droit à de périodiques subventions; il a voulu seulement faire bénéficier sa fondation de la compétence de ces grands établissements, leur donner une marque de sa confiance et de son estime et aussi leur assurer des facilités particulières pour la défense de leurs intérêts, mais il n'a en aucune façon voulu

faire de la Caisse de la Fondation Loutreuil le prolongement de leur budget normal.

Le règlement approuvé par l'Académie impose aux bénéficiaires de subventions l'obligation de faire connaître dans le délai d'un an quel emploi ils ont fait des sommes accordées; tous les bénéficiaires, à beaucoup près, n'ont pas rempli ce devoir et parmi ceux qui y ont satisfait, beaucoup se sont contentés de déclarer qu'en raison des circonstances, de l'augmentation du prix des matières premières, de la raréfaction de la main-d'œuvre, les appareils projetés n'ont pu être construits, l'exécution du programme subventionné étant ainsi remis à l'après-guerre. Tout cela se comprend, mais il a paru au Comité consultatif et aussi au Conseil qu'il n'y avait pas lieu de répéter l'expérience et qu'il était opportun de repousser, jusqu'à nouvel ordre, les demandes de subventions comportant l'achat d'appareils, à moins que des garanties spéciales ne soient fournies sur la possibilité de réaliser immédiatement leur construction.

Enfin, alors que toute la jeunesse studieuse et un grand nombre de savants d'âge mûr combattent ou travaillent pour la défense nationale, il n'a pas semblé désirable d'engager la totalité des crédits mis à notre disposition en faveur de ceux que leur âge retient loin du front.

Une fois la paix venue, des besoins nouveaux, des besoins considérables, auxquels les finances publiques ne pourront satisfaire, surgiront de toutes parts; il faut dès à présent constituer des réserves pour cet avenir que nous espérons victorieux et prochain.

Telles sont les causes pour lesquelles la liste des subventions accordées cette année a été très réduite.

I. — *Demande des Établissements désignés par le testament.*

1° *Muséum national d'Histoire naturelle.* — 3000^{fr} à M. le professeur **Louis Roule** pour l'achèvement de ses recherches sur les migrations des Salmonidés.

L'an dernier, une subvention a été accordée à ce savant pour étudier la migration de ponte et le repeuplement du saumon dans nos rivières de Bretagne. La question est importante au double point de vue de la biologie pure et de la pratique. M. Roule a pu montrer que dans le nord-ouest de la France, contrairement aux opinions anciennes, les migrations reproductrices sont de plusieurs types, que les reproducteurs ne pondent habituellement qu'une fois, qu'ils sont attirés uniquement vers les eaux contenant

un maximum d'oxygène dissous, que la première croissance, en eau douce, dure de un à deux ans et la seconde croissance, en mer, de trois à quatre ans en moyenne. Cette nouvelle subvention permettra à M. Roule d'achever ce travail dans les rivières à saumon du midi de la France et de continuer ses recherches sur les causes de l'absence de ce poisson dans les bassins fluviaux méditerranéens ainsi que de l'échec des tentatives de peuplement qui y ont été faites.

2° *Conseil central des Observatoires.* — 8000fr à l'**Observatoire de Lyon**, pour l'installation d'une ligne téléphonique.

L'Observatoire de Lyon a des besoins de bien des sortes. En particulier, les recherches météorologiques doivent y entrer dans les voies nouvelles; l'annexion à l'Observatoire de Saint-Genis-Laval et à celui du parc de la Tête d'Or d'un observatoire de montagne peut donner d'importants résultats; c'est pour relier téléphoniquement avec Saint-Genis la station que M. Jean Mascart, directeur de ces Observatoires, organise au Mont Pilat, que la subvention est accordée.

1500fr à M. **Henry Bourget**, directeur de l'Observatoire de Marseille, pour aider à la publication du *Journal des Observateurs*.

Cette entreprise a non seulement un intérêt astronomique, mais encore un intérêt national. En dépit des difficultés résultant de la guerre, ce journal progresse, son programme se précise et il n'est pas douteux qu'il ne soit appelé à rendre aux astronomes les plus grands services; il leur en rend déjà. Les circonstances actuelles ne lui permettent pas de se passer d'une subvention : nous avons la certitude que celle que nous lui donnons sera bien employée.

3° *École Polytechnique.* — 1000fr à M. le professeur **A. Colson** pour ses recherches de Chimie physique sur la particule dissoute et le contrôle expérimental des théories relatives aux dissolutions.

Cette subvention a les mêmes motifs que celle accordée l'année dernière; elle aidera ce savant à achever ses travaux.

4° *École nationale vétérinaire de Lyon.* — 5000fr à cet établissement pour la constitution d'une installation radiologique.

Une telle installation est d'une importance primordiale pour le diagnostic des maladies des animaux, aussi bien que pour les recherches anatomiques et physiologiques. Grâce à cette subvention, l'École pourra se procurer

un matériel dont il est privé et que ses ressources normales ne lui permettraient pas d'obtenir avant longtemps.

350^{fr} à M. le professeur **Charles Porcher**.

Cette petite subvention a pour but de compléter celle de 850^{fr} accordée l'année dernière pour l'achat d'appareils destinés à des recherches sur le lait; la hausse sur toutes choses l'a rendue nécessaire.

5° *École nationale vétérinaire de Toulouse.* — 5000^{fr} à cet établissement pour l'achat d'un appareil de projection automatique à enregistrement permettant l'utilisation de films cinématographiques.

L'intérêt de cet appareil au point de vue de l'enseignement est incontestable, soit pour l'étude du mouvement normal des animaux et pour celle des allures anomales, des boiteries, etc., soit pour des démonstrations d'obstétrique, d'opérations chirurgicales, etc.

Toutes les demandes précédentes ont été examinées et transmises avec avis favorable par le Conseil des établissements intéressés qui est le répondant de chacun des bénéficiaires.

II. — *Demandes des Établissements appelés au Conseil consultatif par le Président de l'Académie.*

1° *Conservatoire des Arts et Métiers.* — 5000^{fr} à M. le professeur **Léon Guillet** pour l'organisation d'un laboratoire de métallographie.

L'application des méthodes minéralogiques à l'étude de la structure des métaux et en particulier des aciers n'a pas seulement fourni aux théoriciens des vues nouvelles sur la constitution des alliages métalliques; elle a donné aussi de précieux résultats pratiques. Le microscope est devenu pour les métallurgistes un guide sûr qui n'a pas tardé à prendre une importance capitale dans les usines. Il est indispensable de vulgariser les méthodes, de les mettre à la disposition du plus grand nombre. C'est dans cette intention que M. Guillet, dont la compétence en cette matière est bien connue, se propose de créer au Conservatoire une installation destinée au public nombreux qui suit son enseignement. M. Guillet est un homme de réalisation qui, malgré les difficultés présentes, exécutera sans retard le programme exposé; c'est sur cette assurance donnée par M. Le Chatelier que la subvention est accordée.

III. *Demandes adressées directement.*

1° 5000^{fr} à MM. **Charles Alluaud** et le Dr **R. Jeannel**, chargés de missions scientifiques.

Les naturalistes qui vont au delà des mers faire des explorations scientifiques trouvent assez facilement des concours officiels grâce auxquels ils peuvent mener à bien leurs recherches sur le terrain, mais lorsqu'il s'agit de publier le résultat de leurs efforts, ils se heurtent le plus souvent à des difficultés considérables, les administrations qui les ont aidés au départ se désintéressant trop souvent des résultats obtenus. Ils ont donc besoin d'un secours extérieur.

MM. Alluaud et Jeannel ont exploré les trois grands massifs montagneux de l'Afrique orientale : Kilimandjaro, Kenya, Ruwenzory, ils sont actuellement à même de faire connaître la description des nombreux matériaux recueillis par eux. Ils ont commencé la publication de la zoologie qui comprendra huit volumes, constitués par des fascicules indépendants. Chacun d'eux doit être consacré à un groupe spécial dont l'étude a été confiée aux meilleurs spécialistes. Quarante-trois fascicules ont vu le jour déjà, grâce surtout à une subvention du Fonds Bonaparte. La somme que nous accordons aujourd'hui à MM. Alluaud et Jeannel leur servira à l'impression d'une série de fascicules nouveaux consacrés à l'entomologie. Les membres de la Section de Zoologie ont été unanimes à insister sur l'intérêt que présente cette publication.

2° 1000^{fr} à M. **Henri Blondel**.

Depuis plusieurs années, M. Blondel apporte une importante contribution aux déterminations des éléments des orbites des planètes faites à l'Observatoire de Marseille sur l'initiative de MM. L. Fabry et H. Bourget et au calcul de leurs éphémérides. M. Blondel est un travailleur bénévole non rétribué; la subvention, qui a été demandée pour lui par M. Bigourdan, lui servira à l'acquisition d'une machine à calculer et de livres indispensables à la continuation de son travail.

3° 5000^{fr} à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie.

Cet Institut, dont la création date de quelques années, est rattaché pour ordre au Collège de France. La subvention accordée sera employée à la réfection des analyses concernant la chimie et la biologie des eaux miné-

rales de France. Ce travail, déjà commencé dans les laboratoires dirigés par MM. Moureu, d'Arsonval, Bordas, a dû être interrompu, la guerre ayant privé l'Institut d'Hydrologie des fonds que lui allouaient nos grandes stations thermales. Il importe que cette œuvre se poursuive sans arrêt en vue de l'après-guerre pour que les stations thermales françaises puissent rendre tous les services que l'on attend d'elles. Cette demande a été défendue par M. d'Arsonval.

4° 2000^{fr} à MM. **R. Ledoux-Lebard** et **A. Dauvillier**, pour leurs recherches sur les rayons X.

Ces deux savants ont publié dans les *Comptes rendus* de l'Académie une série de Notes intéressantes sur la physique des rayons X très pénétrants et sur les applications biologiques et médicales de ces rayons. Ces recherches sont le résultat de l'initiative privée, elles demandent, pour être continuées, une instrumentation perfectionnée que la présente subvention, recommandée par M. d'Arsonval, permettra d'obtenir.

5° 2000^{fr} à M. **A. Paillot**, directeur de la Station entomologique de Bourgogne, pour l'achat d'un matériel destiné à des recherches bactériologiques.

Depuis 1912, M. Paillot a abordé l'étude des microbes des insectes, domaine scientifique encore à peine exploré. Les recherches déjà publiées par ce biologiste sur les microbes du hanneton et des chenilles font pressentir que la flore microbienne des insectes est d'une extrême richesse et d'une grande complication. Son étude jettera un jour nouveau sur la biologie de ces infiniment petits; elle conduira à la spécification des *microbes utiles*, ceux qui sont parasites d'insectes nuisibles aux plantes cultivées, et aussi les *microbes nuisibles* qui vivent en parasites dans les insectes utiles. Après avoir travaillé à l'Institut Pasteur de Paris et à l'Institut bactériologique de Lyon, M. Paillot doit continuer ses études dans la nouvelle station entomologique, récemment organisée à Saint-Genis-Laval près de Lyon; il lui faut créer de toutes pièces l'installation et l'outillage nécessaires. MM. Bouvier et Marchal se sont intéressés à cette demande.

6° 1000^{fr} à M. **J. de Thézac** pour des recherches sur le traitement des ulcères variqueux et tuberculeux.

M. de Thézac est une figure sympathique, c'est un humanitaire qui a consacré sa vie et la totalité de ses ressources à soulager les misères et à mora-

liser les pêcheurs bretons; il a fondé et il dirige dans ce but onze Abris du Marin en Bretagne; il a eu l'occasion de constater la fréquence des ulcères variqueux et tuberculeux chez ses pensionnaires. Il s'est livré à de patientes recherches pour les atténuer et les guérir; elles l'ont amené à constater que ce résultat peut être obtenu par un traitement héliothérapique à l'aide de lentilles très larges et à très long foyer. Faute de ressources, il a dû jusqu'ici opérer avec un matériel de fortune; M. Yves Delage, qui a vu M. de Thézac à l'œuvre, a pu apprécier la valeur du traitement, effectué en grande partie avec des appareils qu'il lui a prêtés. Notre confrère a chaudement recommandé cette demande qui a été accueillie avec sympathie.

7° 3000fr à MM. **Albert Portevin**, ingénieur des Arts et Manufactures, chef de travaux à l'École centrale, et **Marcel Garvin**, ancien élève de l'École polytechnique, adjoint au chef des travaux pratiques de Mécanique de cet établissement, pour des recherches sur le choc des corps.

L'objet de ces recherches sera l'étude expérimentale des phénemènes qui se produisent dans le choc des corps solides : déformations permanentes au point de choc; mouvements vibratoires dont l'énergie ne peut pas être récupérée sous forme de mouvements du centre de gravité; éventuellement dégradation d'énergie accompagnant tout transport d'énergie d'un point à un autre d'un même corps. Ces études visent une application pratique très importante concernant la mesure de la dureté des aciers par la perte de force vive qui se produit dans leur choc par une pointe de diamant. MM. Portevin et Garvin sont de jeunes ingénieurs qui se sont fait connaître déjà par des recherches originales; ils ne rencontreront aucune difficulté pour trouver le local nécessaire à leurs recherches, mais il leur faudra y installer les appareils indispensables. M. Le Chatelier se porte leur garant.

Les subventions accordées s'élèvent à la somme de 47850fr; nous en donnons la récapitulation dans le Tableau suivant :

1° Établissements désignés par le testament Loutreuil.

Muséum national d'Histoire naturelle	MM.	Roule	3000 fr
Observatoire de Lyon			8000
Observatoire de Marseille..................		Bourget	1500
Ecole Polytechnique		Colson	1000
École vétérinaire de Lyon			5000
»		Porcher	350
École vétérinaire de Toulouse..............			5000

2° Établissements admis par le Président.

Conservatoire des Arts et Métiers............	M.	Guillet	5000

3° Demandes directes.

MM.	Alluaud et Jeannel..	5000
	Blondel..	1000
	Institut d'Hydrologie et de Climatologie..............	5000
	Ledoux-Lebard et Dauvillier.........................	2000
	Paillot	2000
	de Thézac	1000
	Portevin et Garvin..	3000
	Total.........................	47850

PROGRAMME DES FONDATIONS [1]

POUR LES ANNÉES 1919, 1920, 1921, 1922... [2].

Nota. — *Les parties du texte ci-dessous qui sont imprimées en italiques sont extraites littéralement des actes originaux.*

MATHÉMATIQUES.

PRIX PONCELET (2000 fr.)

1868 [3].

Prix annuel *destiné à récompenser l'auteur, français ou étranger, du travail le plus utile pour le progrès des mathématiques pures ou appliquées.*

Le lauréat reçoit, en outre du montant du prix, un exemplaire des œuvres complètes du général Poncelet.

L'Académie décerne ce prix alternativement sur le rapport de la commission des prix de mathématiques — il en sera ainsi en 1920 — et sur celui de la commission des prix de mécanique — il en sera ainsi en 1919.

---

[1] Pour plus ample informé, consulter : *Les fondations de prix à l'Académie des Sciences* (1714-1880), par Ernest Maindron; Paris, Gauthier-Villars, 1881; et *Les fondations de l'Académie des Sciences* (1881-1915), par Pierre Gauja; Paris, Gauthier-Villars, 1917.

[2] Les concours de 1918 étant clos le 31 décembre 1917, la liste des prix proposés pour 1918, publiée dans le précédent programme, n'est pas reproduite.

[3] La date ainsi indiquée pour chaque fondation est celle de l'acte initial : testament, donation, etc.

PRIX FRANCOEUR (1000 fr.)

1882.

Prix annuel de mille francs, qui sera décerné, par l'Académie des Sciences, à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des sciences mathématiques pures ou appliquées.

Le lauréat sera choisi de préférence parmi de jeunes savants dont la situation n'est pas encore assurée, ou parmi des géomètres dont la vie, consacrée à la science, n'aurait pas suffisamment assuré le repos et l'aisance de leur existence.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON (700 fr.)

1819.

Prix annuel *en faveur de celui qui s'en sera rendu le plus digne en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles au progrès de l'agriculture, des arts mécaniques et des sciences pratiques et spéculatives.*

PRIX FOURNEYRON (1000 fr.)

1867.

Prix biennal de *mécanique appliquée.*

Question posée pour 1917 et reportée à 1920 :

Étude théorique et expérimentale de la question des turbines à combustion ou à explosion.

PRIX PONCELET (2000 fr.)

1868.

Prix annuel *destiné à récompenser l'auteur, français ou étranger, du travail le plus utile pour le progrès des mathématiques pures ou appliquées.*

Le lauréat reçoit, en outre du montant du prix, un exemplaire des œuvres complètes du général Poncelet.

L'Académie décerne ce prix alternativement sur le rapport de la commission des prix de mathématiques — il en sera ainsi en 1920 — et sur celui de la commission des prix de mécanique — il en sera ainsi en 1919.

PRIX BOILEAU (1300 fr.)

1882.

Prix triennal à décerner, s'il y a lieu, en 1921, *pour des recherches concernant les mouvements des fluides, recherches n'ayant pas encore été l'objet d'un prix, et qui seront jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'hydraulique; les recherches, si elles sont théoriques, devront avoir été vérifiées par des résultats d'expérience ou d'observation.*

PRIX HENRI DE PARVILLE (1500 fr.)

1891.

Prix annuel alternatif, *destiné à récompenser des travaux originaux de physique ou de mécanique.*

Le prix sera attribué, en 1920, à des travaux de mécanique et, en 1919, à des travaux originaux de physique.

PRIX PIERSON-PERRIN (5000 fr.)

1898.

Prix décerné, *chaque deux ans, au Français qui aura fait la plus belle découverte physique, telle par exemple que la direction des ballons.*

Il est attribué alternativement sur la proposition de la commission des prix de mécanique — il en sera ainsi en 1921 — et sur la proposition de la commission des prix de physique — il en sera ainsi en 1919.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE (540 fr.)

1802.

Prix annuel, qui consiste en une médaille d'or ou la valeur de cette médaille, *à donner à la personne qui, en France ou ailleurs (les seuls membres résidents de l'Institut exceptés), aura fait l'observation la plus intéressante ou le mémoire le plus utile au progrès de l'astronomie.*

Dans le cas où il n'aurait été ni fait aucune observation assez remarquable, ni présenté aucun mémoire assez important pour mériter le prix, celui-ci pourra être donné, comme encouragement, à quelque élève qui aura fait preuve de zèle pour l'astronomie.

PRIX DAMOISEAU (2000 fr.)

1863.

Prix triennal sur question posée.

Question proposée pour 1920 :

Perfectionner en quelques points importants les travaux de Poincaré et de M. Liapounoff sur les figures d'équilibre relatif d'une masse fluide en rotation, soumise à l'attraction newtonienne.

L'Académie appelle particulièrement l'attention sur la question de la stabilité et l'étude des oscillations infiniment petites autour d'une figure stable.

PRIX BENJAMIN VALZ (460 fr.)

1874.

Prix annuel destiné *à récompenser des travaux sur l'astronomie, conformément au prix Lalande.*

PRIX JANSSEN (Médaille d'or)

1886.

Prix biennal, à décerner, s'il y a lieu, en 1920, *à la personne qui, en France ou à l'étranger (les membres de l'Institut exceptés), sera l'auteur*

d'un travail ou d'une découverte faisant faire un progrès direct à l'astronomie physique.

PRIX PIERRE GUZMAN (100000 fr.)

1889.

Ce prix sera donné, sans exclusion de nationalité, à celui qui trouvera le moyen de communiquer avec un astre, c'est-à-dire faire un signe à un astre et recevoir réponse à ce signe. — J'exclus, a spécifié la fondatrice, *la planète Mars, qui paraît suffisamment connue.*

Tant que la solution demandée ne sera pas obtenue, les intérêts seront cumulés pendant cinq années et formeront un prix décerné à un savant, français ou étranger, qui aura fait faire un progrès réel et sérieux, soit dans la connaissance intime des planètes de notre système solaire, soit dans les relations des planètes de ce système avec la Terre, au moyen d'instruments de physique ou d'optique plus perfectionnés, ou par tout autre mode d'inspection ou d'investigation. — Ce prix quinquennal sera décerné, s'il y a lieu, en 1920.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT (700 fr.)

1901.

Prix biennal destiné *à encourager les recherches de mécanique céleste.*
Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1919.

GÉOGRAPHIE.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU (1000 fr.)

1872.

Prix biennal à décerner, s'il y a lieu, en 1920, *au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la science.*

PRIX GAY (1500 fr.)

1873.

Prix annuel de géographie physique, décerné *conformément au programme donné par la commission nommée à cet effet.*

Question posée pour 1919 :

Étude sur la géographie physique de l'Afrique du Nord et principalement de la Mauritanie.

Question posée pour 1920 :

Distribution géographique des plantes des pays chauds présentant une utilité pratique.

FONDATION TCHIHATCHEF (3000 fr.)

1895.

Fondation dont les arrérages sont destinés *à offrir annuellement une récompense ou une assistance aux naturalistes de toute nationalité qui se seront le plus distingués dans l'exploration du continent asiatique ou des îles limitrophes, notamment des régions les moins connues, et, en conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, régions déjà plus ou moins explorées.*

Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque des sciences naturelles, physiques ou mathématiques; seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles que : archéologie, histoire, ethnographie, philologie, etc.

Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes, et non des œuvres de simple érudition.

PRIX BINOUX (2000 fr.)

1889.

Prix biennal à décerner, s'il y a lieu, en 1920, et destiné à récompenser l'auteur de travaux sur la géographie ou la navigation.

NAVIGATION.

PRIX DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

1834.

Prix annuel, décerné par l'Académie et inscrit au budget de la Marine.

PRIX PLUMEY (4000 fr.)

1859.

Prix annuel, destiné à récompenser *l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.*

PHYSIQUE.

PRIX L. LA CAZE (10 000 fr.)

1865.

Prix biennal à décerner, s'il y a lieu, en 1920, *pour le meilleur travail sur la physique. Les étrangers pourront concourir. La somme ne sera pas partageable et sera donnée en totalité à l'auteur qui en aura été jugé digne.*

PRIX KASTNER-BOURSAULT (2000 fr.)

1880.

Chaque année, un prix Kastner-Boursault est décerné par l'une des Académies française, des Beaux-Arts et des Sciences, à tour de rôle.

L'Académie des Sciences *décernera le prix*, en 1919, *à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'électricité dans les arts, l'industrie et le commerce*; elle a la liberté *de mettre d'autres sujets au concours pour ce prix*, mais la donatrice a formé *le vœu qu'elle le consacre plus particulièrement à des ouvrages sur l'électricité*.

PRIX GASTON PLANTÉ (3000 fr.)

1889.

Prix décerné tous les deux ans — il le sera, s'il y a lieu, en 1919 — *à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité*.

PRIX HÉBERT (1000 fr.)

1891.

Prix annuel, destiné à récompenser l'auteur du meilleur traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'électricité.

PRIX HENRI DE PARVILLE (1500 fr.)

1891.

Prix annuel alternatif, *destiné à récompenser des travaux originaux de physique ou de mécanique*.

Le prix sera attribué, en 1919, à des travaux originaux de physique et, en 1920, à des travaux originaux de mécanique.

PRIX HUGHES (2500 fr.)

1893.

Prix annuel destiné à *récompenser l'auteur d'une découverte originale dans les sciences physiques, spécialement l'électricité et le magnétisme ou leurs applications*.

PRIX PIERSON-PERRIN (5000 fr.)

1898.

Prix décerné, *chaque deux ans, au Français qui aura fait la plus belle découverte physique, telle, par exemple, que la direction des ballons.*

Il est attribué alternativement, sur la proposition de la commission des prix de mécanique — il en sera ainsi en 1921 — et sur la proposition de la commission des prix de physique — il en sera ainsi en 1919.

FONDATION DANTON (1500 fr.)

1903.

Le revenu accumulé de cette fondation est utilisé tous les cinq ans — il le sera, s'il y a lieu, en 1923 — à encourager les recherches relatives *aux phénomènes radiants.*

PRIX VICTOR RAULIN (1500 fr.)

1905.

Ce prix annuel alternatif est *spécialement destiné à des Français et a pour but de faciliter la publication de travaux relatifs aux sciences naturelles suivantes :* 1° *géologie et paléontologie* (tous les deux ans); 2° *minéralogie et pétrographie* (tous les quatre ans); 3° *météorologie et physique du globe* (tous les quatre ans).

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1922, à des travaux de météorologie et physique du globe.

Il sera attribué au travail, manuscrit ou imprimé depuis l'attribution du prix à un travail sur la même branche, qui sera jugé le plus digne, et ne sera délivré à l'attributaire qu'après la remise par lui à l'Académie d'un exemplaire imprimé (textes et planches); si le travail primé était manuscrit au moment de l'attribution du prix, l'édition portera dans son titre la mention : « Académie des Sciences. — Prix Victor Raulin. »

FONDATION CLÉMENT FÉLIX (2500 fr.)

1917.

Les arrérages de cette fondation seront donnés, chaque année, par l'Académie, s'il y a lieu, sans pouvoir être partagés, à un savant français s'adon-

nant à l'étude de l'électricité et ayant déjà fourni des preuves de sa valeur en vue de lui faciliter la continuation de ses recherches concernant principalement les applications de l'électricité.

CHIMIE.

PRIX MONTYON DES ARTS INSALUBRES

1819.

Un prix de 2500 fr. et une mention de 1500 fr.

Prix annuel à celui qui découvrira les moyens de rendre quelque art mécanique moins malsain.

PRIX JECKER (10000 fr.)

1851.

Prix annuel destiné à *récompenser l'auteur de l'ouvrage le plus utile sur la chimie organique*, ou, à défaut, l'auteur des travaux les plus propres à hâter les progrès de la chimie organique.

PRIX L. LA CAZE (10000 fr.)

1865.

Prix biennal à décerner, s'il y a lieu, en 1920, *pour le meilleur travail sur la chimie. Les étrangers pourront concourir. La somme ne sera pas partageable et sera donnée en totalité à l'auteur qui en aura été jugé digne.*

FONDATION CAHOURS (3000 fr.)

1886.

Le revenu de cette fondation est *distribué, chaque année, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se sont déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et, plus particulièrement, par des recherches de chimie.*

PRIX BERTHELOT (500 fr.)

1906.

Prix décerné tous les quatre ans — il le sera, s'il y a lieu, en 1921 — *à des recherches de synthèse chimique.*

PRIX HOUZEAU (700 fr.)

1904.

Prix annuel *institué en faveur d'un jeune chimiste méritant.*

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX CUVIER (1500 fr.)

1839.

Prix annuel, *accordé à l'ouvrage le plus remarquable en histoire naturelle soit sur le règne animal, soit sur la géologie.*

L'Académie le décerne, deux années consécutives sur le rapport de la commission des prix d'anatomie et zoologie — il en sera ainsi en 1919 et 1920 — et la troisième année sur le rapport de la commission des prix de minéralogie et géologie — il en sera ainsi en 1921.

PRIX DELESSE (1400 fr.)

1883.

Prix à décerner *tous les deux ans* — il le sera, s'il y a lieu, en 1919 — *à l'auteur français ou étranger d'un travail concernant les sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les sciences minéralogiques. Il pourra être partagé entre plusieurs savants.*

S'il n'y avait pas lieu de décerner le prix, l'Académie pourrait en employer la valeur en encouragements pour des travaux concernant également les sciences géologiques ou, à défaut, les sciences minéralogiques.

PRIX FONTANNES (2000 fr.)

1883.

Prix triennal à décerner, s'il y a lieu, en 1920, *à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.*

PRIX VICTOR RAULIN (1500 fr.)

1905.

Ce prix annuel alternatif est *spécialement destiné à des Français et a pour but de faciliter la publication de travaux relatifs aux sciences naturelles suivantes* : 1° *géologie et paléontologie* (tous les deux ans); 2° *minéralogie et pétrographie* (tous les quatre ans); 3° *météorologie et physique du globe* (tous les quatre ans).

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1920, à des travaux de minéralogie et de pétrographie et, en 1921, à des travaux de géologie et paléontologie.

Il sera attribué au travail, manuscrit ou imprimé depuis l'attribution du prix à un travail sur la même branche, qui sera jugé le plus digne, et ne sera délivré à l'attributaire qu'après la remise par lui à l'Académie d'un exemplaire imprimé (textes et planches); si le travail primé était manuscrit au moment de l'attribution du prix, l'édition portera, dans son titre, la mention : « *Académie des Sciences. — Prix Victor Raulin.* »

PRIX JOSEPH LABBÉ (1000 fr.)

1908.

Prix biennal, à décerner, s'il y a lieu, en 1919, fondé conjointement par la Société des Aciéries de Longwy et par la Société anonyme métallurgique de Gorcy, et destiné *à récompenser les auteurs de travaux géologiques ou de recherches ayant efficacement contribué à mettre en valeur les richesses minières de la France, de ses colonies et de ses protectorats, ou, à défaut de titulaire pour l'objet indiqué, à récompenser l'auteur de tout travail fait dans l'intérêt général.*

PRIX JAMES HALL (700 fr.)

1911.

Prix quinquennal à décerner, s'il y a lieu, en 1922, *destiné à récompenser la meilleure thèse doctorale de géologie passée au cours de cette période de cinq ans.*

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES (1600 fr.)

1855.

Prix annuel *accordé à l'auteur français ou étranger du meilleur ou du plus utile écrit, publié dans l'année précédente, sur tout ou partie de la cryptogamie.*

PRIX MONTAGNE (1500 fr.)

1862.

L'Académie décerne, chaque année, s'il y a lieu, un prix de 1500 fr. ou deux prix, l'un de 1000 fr. et l'autre de 500 fr., *à l'auteur ou aux auteurs de découvertes ou de travaux importants sur les végétaux cellulaires.*

PRIX JEAN THORE (200 fr.)

1863.

Prix *à décerner, chaque année, au nom de Jean Thore, médecin et botaniste, à l'auteur du meilleur mémoire sur les algues fluviatiles ou marines d'Europe, ou sur les mousses, ou sur les lichens, ou sur les champignons d'Europe, ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce des insectes d'Europe.*

Il est attribué alternativement sur le rapport de la commission des prix de botanique — il en sera ainsi en 1919 — et sur celui de la commission des prix d'anatomie et zoologie — il en sera ainsi en 1918.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ (900 fr.)

1864.

Prix à décerner *tous les trois ans* — il le sera, s'il y a lieu, en 1919 — *au meilleur ouvrage de botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.*

PRIX DE COINCY (900 fr.)

1903.

Prix annuel donné *à l'auteur d'un ouvrage de phanérogamie, écrit en latin ou en français.*

PRIX JEAN DE RUFZ DE LAVISON (500 fr.)

1912.

Prix *à distribuer tous les deux ans* — il le sera, s'il y a lieu, en 1919 — *et destiné à récompenser des travaux de physiologie végétale.*

Le prix ne pourra être partagé; il devra, autant que possible, être décerné au cours des années impaires et ne pourra être attribué qu'à un Français.

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES (2000 fr.)

1834.

Prix décennal à décerner, s'il y a lieu, en 1923, et réservé à l'auteur de l'*ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'agriculture en France.*

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX CUVIER (1500 fr.)

1839.

Prix annuel, *accordé à l'ouvrage le plus remarquable en histoire naturelle, soit sur le règne animal, soit sur la géologie.*

L'Académie le décerne, deux années consécutives sur le rapport de la commission des prix d'anatomie et zoologie — il en sera ainsi en 1919 et 1920 — et la troisième année sur le rapport de la commission des prix de géologie — il en sera ainsi en 1921.

PRIX DA GAMA MACHADO (1200 fr.)

1852.

Prix triennal, à décerner, s'il y a lieu, en 1921, et destiné *à récompenser les meilleurs mémoires écrits sur la coloration des robes des animaux, inclusivement l'homme, et sur la semence dans le règne animal.*

FONDATION SAVIGNY (1500 fr.)

1856.

Le revenu de cette fondation doit *être employé à aider les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subventions du gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie, qui voudraient publier leur ouvrage et se trouveraient, en quelque sorte, les continuateurs des recherches faites par M. Jules-César Savigny sur ces contrées.*

PRIX JEAN THORE (200 fr.)

1863.

Prix *à décerner, chaque année, au nom de Jean Thore, médecin et botaniste, à l'auteur du meilleur mémoire sur les algues fluviatiles ou marines d'Europe.*

ou sur les mousses, ou sur les lichens, ou sur les champignons d'Europe, ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce des insectes d'Europe.

Il est attribué alternativement sur le rapport de la commission des prix de botanique — il en sera ainsi en 1919 — et sur celui de la commission des prix d'anatomie et zoologie — il en sera ainsi en 1920.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON

1819.

Trois prix de 2500 fr.
Trois mentions honorables de 1500 fr.
Citations.

Prix annuels en faveur de qui aura trouvé dans l'année un moyen de perfectionnement de la science médicale ou de l'art chirurgical.

PRIX BARBIER (2000 fr.)

1832.

Prix annuel *pour celui qui fera une découverte précieuse pour la science chirurgicale, médicale, pharmaceutique et dans la botanique ayant rapport à l'art de guérir.*

PRIX BRÉANT (100000 fr.)

1849.

Prix de cent mille francs à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau.

Jusqu'à ce que ce prix (100 000 fr.) *soit gagné*, l'intérêt sera donné en prix *à la personne qui aura fait avancer la science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique. Ce prix annuel, formé des intérêts du capital, pourra être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.*

PRIX GODARD (1000 fr.)

1862.

Prix qui, chaque année, sera donné au meilleur mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX CHAUSSIER (10000 fr.)

1863.

Prix à décerner tous les quatre ans — il le sera, s'il y a lieu, en 1919 — pour *le meilleur livre ou mémoire qui aura paru pendant ce temps et fait avancer la médecine, soit sur la médecine légale, soit sur la médecine pratique.*

PRIX MÈGE (10000 fr.)

1869.

Prix unique *à donner à l'auteur qui aura continué et complété l'essai* du docteur Mège *sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la médecine, depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours.*

L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragement des intérêts de la somme, jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix.

PRIX DUSGATE (2500 fr.)

1872.

Prix *quinquennal à délivrer*, s'il y a lieu, en 1920, *à l'auteur du meilleur ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort, et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.*

PRIX BELLION (1400 fr.)

1881.

Prix annuels à décerner aux savants qui auront écrit des ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

PRIX DU BARON LARREY (750 fr.)

1896.

Prix annuel décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur ouvrage, présenté à l'Académie au cours de l'année, et traitant un sujet de médecine, de chirurgie ou d'hygiène militaire.

PRIX ARGUT (1200 fr.)

1902.

Prix biennal à décerner, s'il y a lieu, en 1919, *au savant qui aura fait une découverte permettant de guérir, par la médecine, une maladie ne pouvant, jusqu'alors, être traitée que par la chirurgie et agrandissant ainsi le domaine de la médecine.*

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (750 fr.)

1818.

Prix annuel *pour l'ouvrage le plus utile sur la physiologie expérimentale.*

PRIX LALLEMAND (1800 fr.)

1852.

Prix annuel destiné *à récompenser ou encourager des travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.*

PRIX L. LA CAZE (10 000 fr.)

1865.

Prix biennal, à décerner, s'il y a lieu, en 1920, *à l'auteur de l'ouvrage qui aura le plus contribué aux progrès de la physiologie. Les étrangers pourront concourir. Le prix ne sera pas partageable entre plusieurs.*

PRIX POURAT (1000 fr.)

1876.

Prix annuel *sur une question de physiologie à l'ordre du jour, laquelle question sera proposée soit par le Président, soit par un membre de la section de physiologie.*

A partir de 1919, le prix ne sera pas décerné tant que le revenu de la fondation ne sera pas suffisant pour porter la valeur du prix à 2000 fr., conformément au désir exprimé par le fondateur.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE (1400 fr.)

1883.

Prix biennal de physiologie thérapeutique. Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1920.

PRIX PHILIPEAUX (900 fr.)

1888.

Prix annuel de physiologie expérimentale.

PRIX FANNY EMDEN (3000 fr.)

1910.

Prix biennal, à décerner, s'il y a lieu, en 1919, et destiné, par sa fondatrice, Mlle Juliette de Reinach, à récompenser *le meilleur travail traitant de l'hypnotisme, de la suggestion et en général des actions physiologiques qui pourraient être exercées à distance sur l'organisme animal.*

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON

1817.

Un prix de 1000 fr.
Deux mentions de 500 fr.

Prix annuel *destiné aux recherches statistiques de toute nature.*

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (2000 fr.)

1889.

Prix annuel destiné à récompenser l'auteur de travaux sur l'histoire et la philosophie des sciences.

MÉDAILLES.

MÉDAILLE ARAGO

1887.

Cette médaille est décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la science lui paraît digne de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER

1900.

Cette médaille est décernée par l'Académie tout entière, comme cela a lieu pour la médaille Arago, aux époques que son Bureau juge opportunes, aux savants qui ont rendu à la chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

MÉDAILLE BERTHELOT

1902.

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décerne un certain nombre de médailles Berthelot aux savants qui ont obtenu, cette année-là, des prix de chimie; à chaque médaille est joint un exemplaire de l'ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique*.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX FONDÉ PAR L'ÉTAT (3000 fr.)

1795.

Prix annuel, institué par la Convention nationale (loi du 3 brumaire an IV sur l'organisation de l'Instruction publique) et inscrit au budget de l'État.

L'Académie le décerne au concours sur des questions choisies par elle d'après les propositions d'une commission prise alternativement dans la division des Sciences mathématiques (le prix porte alors le nom de Grand prix des Sciences mathématiques) et dans la division des Sciences physiques (le prix porte alors le nom de Grand prix des Sciences physiques).

1° Grand prix des Sciences mathématiques.

Question posée pour 1920 :

Perfectionner la théorie des fonctions d'une variable qui sont susceptibles de représentations par des séries trigonométriques de plusieurs arguments fonctions linéaires de cette variable.

2° Grand prix des Sciences physiques.

Question posée pour 1919 :

Recherches sur les migrations géographiques et bathymétriques des poissons et sur les conditions qui les régissent.

PRIX ALHUMBERT (1000 fr.)

1817.

Prix quinquennal, fondé *pour les progrès des sciences* et décerné à des mémoires sur des questions particulières propres à compléter l'ensemble de nos connaissances.

Ces questions sont choisies par l'Académie alternativement dans le ressort de la division des Sciences mathématiques — il en sera ainsi pour 1927 — et dans celui de la division des Sciences physiques — il en sera ainsi pour 1922.

Question posée pour 1917 et renvoyée à l'année qui suivra la fin de la guerre :

Étude de l'action du champ magnétique sur les liquides cristallins.

PRIX BORDIN (3000 fr.)

1835.

Prix annuel sur questions posées.

Les sujets mis au concours auront toujours pour but l'intérêt public, le bien de l'humanité, les progrès de la science et l'honneur national. Ils sont choisis par l'Académie sur la proposition de commissions prises alternativement parmi les membres de la division des Sciences mathématiques — il en est ainsi pour 1919 — et parmi ceux de la division des Sciences physiques — il en est ainsi pour 1920.

Question posée pour 1919 :

Dans la théorie des intégrales de différentielles totales de troisième espèce et des intégrales doubles relatives à une fonction algébrique de deux variables indépendantes, on a démontré l'existence de certains nombres entiers, dont la valeur est difficile à obtenir et peut dépendre de la nature arithmétique des coefficients de l'équation de la surface correspondant à la fonction.

L'Académie demande une étude approfondie de ces nombres dans des cas particuliers étendus.

Question posée pour 1920 :

Étude des brèches sédimentaires.

PRIX SERRES (7500 fr.)

1868.

Prix triennal à décerner, s'il y a lieu, en 1920, *sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la physiologie et à la médecine.*

PRIX THEURLOT

1868.

Fondation constituée par un capital de *cinquante mille francs*, *dont le revenu capitalisé sera attribué*, *au bout d'une période qui ne pourra jamais être moindre de vingt-cinq ans, à celui des constructeurs d'instruments de précision qui aura rendu à la science et aux savants les plus grands services par l'ingéniosité de ses inventions.*

La première période de vingt-cinq ans se terminera en 1929.

PRIX VAILLANT

1872.

Le maréchal Vaillant, au moyen du legs qu'il a fait à l'Académie, a voulu *fonder un prix qui sera accordé par elle*, *soit annuellement*, *soit à de plus longs intervalles. Je n'indique*, dit-il, *aucun sujet pour le prix*, *ayant toujours pensé laisser une grande société comme l'Académie des Sciences appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les fonds mis à sa*

disposition. L'Académie des Sciences fera donc tel emploi qui lui semblera le plus convenable de la somme que je mets à sa disposition.

L'Académie a mis au concours, pour l'année 1919, un prix de 4000 fr. sur la question suivante :

Découvrir une couche photographique, sans grain visible, et aussi sensible que le gélatinobromure actuellement en usage.

PRIX PETIT D'ORMOY

1875.

Deux prix de 10 000 fr.

Fondation dont les arrérages doivent être employés par l'Académie *en prix et récompenses, suivant les conditions qu'elle jugera convenable d'établir, moitié à des travaux théoriques, moitié à des applications de la science, à la pratique médicale, mécanique ou industrielle.*

L'Académie a décidé qu'il serait décerné tous les deux ans :

1° Un prix de 10000 fr. pour les sciences mathématiques, pures ou appliquées;

2° Un prix de 10000 fr. pour les sciences naturelles.

Les prix Petit d'Ormoy seront décernés, s'il y a lieu, en 1919.

PRIX ESTRADE-DELCROS (8000 fr.)

1876.

Chaque année, l'une des cinq Académies décerne un prix Estrade-Delcros *au concours sur tel sujet qu'elle a jugé devoir choisir.* Ce prix ne peut être fractionné.

L'Académie des Sciences l'attribue, tous les cinq ans, alternativement à des travaux ressortissant à la division des Sciences mathématiques — il en sera ainsi en 1923 — et à des travaux ressortissant à la division des Sciences physiques — il en sera ainsi en 1928.

PRIX LE CONTE

1876.

Un prix de 50000 fr.; encouragements.

Le produit net du revenu de cette fondation doit être distribué par l'Académie, *de trois ans en trois ans, sans préférence de nationalité.*

Savoir :

Un huitième à titre d'encouragement ;

Tout ou partie des sept autres huitièmes en un seul prix :

1° *Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en mathématiques, physique, chimie, histoire naturelle, sciences médicales ;*

2° *Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.*

L'Académie décernera le prix Le Conte, s'il y a lieu, en 1921.

PRIX JEAN REYNAUD (10000 fr.)

1878.

Chaque année, l'une des cinq Académies décerne un prix Jean Reynaud.

L'Académie des Sciences le décernera, s'il y a lieu, en 1921.

Ce prix sera accordé au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans. — Il ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté. — Les membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours : — Le prix sera toujours décerné intégralement ; dans le cas où aucun ouvrage ne semblera digne de le mériter entièrement, sa valeur sera délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique.

PRIX DU BARON DE JOEST (2000 fr.)

1880.

Tous les ans, une des cinq Académies décerne un prix du baron de Joest, *à celui qui dans l'année a fait la découverte ou écrit l'ouvrage le plus utile au*

bien public, avec faculté de ne distribuer ce prix qu'après même deux ans si l'Institut le trouve nécessaire.

L'Académie des Sciences décerne ce prix, tous les cinq ans, alternativement à des travaux ressortissant à la division des Sciences mathématiques — il en sera ainsi en 1926 — et à des travaux ressortissant à la division des Sciences physiques — il en sera ainsi en 1921.

PRIX HOULLEVIGUE (5000 fr.)

1880.

Prix *annuel, décerné, à tour de rôle, par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.*

L'Académie des Sciences décerne ce prix, tous les deux ans alternativement à des travaux ressortissant à la division des Sciences mathématiques — il en sera ainsi en 1922 — et à des travaux ressortissant à la division des Sciences physiques — il en sera ainsi en 1920.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER (15000 fr.)

1881.

Prix annuel, qui sera successivement décerné par les cinq Académies aux œuvres les plus méritantes concernant la ville de Paris.

Le prix sera toujours décerné intégralement. Cependant, dans le cas où ledit prix ne serait pas décerné, aucune œuvre ne paraissant digne de l'obtenir, tout ou partie de sa valeur pourra être délivrée, à titre d'encouragement, aux œuvres les meilleures quoique non jugées dignes du prix.

Les concurrents devront justifier de leur qualité de Français.

Aucun programme ne sera imposé et ce sera l'œuvre ressortissant à l'Académie décernant le prix, qui sera seule admise au concours.

L'Académie des Sciences décernera le prix, s'il y a lieu, en 1919.

PRIX PARKIN (3400 fr.)

1886.

Récompense ou prix attribué, tous les trois ans, au meilleur travail en français, en allemand ou en italien,

Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans le choléra, les différentes formes de fièvre ou autres maladies;

Ou bien,

Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle d'ouragans et de perturbations atmosphériques anormales;

Et de telle façon que les récompenses ou prix soient décernés la troisième et la sixième année de chaque période de neuf ans aux travaux sur le premier des sujets mentionnés ci-dessus — il en sera ainsi en 1924 et 1927 — *et la neuvième année au second* — il en sera ainsi en 1921.

Chaque travail sera en outre soumis à la condition que l'auteur le publie à ses frais et en présente un exemplaire à l'Académie dans le délai de trois mois après la proclamation de la récompense ou du prix.

PRIX SAINTOUR (3000 fr.)

1887.

Prix annuel attribué alternativement à des travaux ressortissant à la division des Sciences mathématiques — il en sera ainsi en 1919 — et à celle des Sciences physiques — il en sera ainsi en 1920.

PRIX HENRI DE PARVILLE (1500 fr.)

1891.

Prix annuel *destiné à récompenser l'ouvrage de science qui en paraîtra le plus digne; livre de science original ou livre de vulgarisation scientifique.*

PRIX LONCHAMPT (4000 fr.)

1896.

Prix donné, chaque année, à l'auteur du meilleur mémoire sur les maladies de l'homme, des animaux et des plantes, au point de vue plus spécial de l'introduction des substances minérales en excès comme cause de ces maladies.

PRIX HENRY WILDE.

1897.

Un prix de 4000 fr. ou deux prix de 2000 fr.

Prix décerné chaque année, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'ouvrage sur l'astronomie, la physique, la chimie, la minéralogie, la géologie ou la mécanique expérimentale aura été jugé le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remontât à une autre année.

PRIX CAMÉRÉ (4000 fr.)

1904.

Prix biennal, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1920, et *qui ne peut être donné qu'à un ingénieur français, qu'il soit ingénieur des mines, des ponts et chaussées ou ingénieur civil, ayant personnellement conçu, étudié et réalisé un travail quelconque dont l'usage aura entraîné un progrès dans l'art de construire.*

PRIX GUSTAVE ROUX (1000 fr.)

1911.

Prix annuel destiné à *récompenser un jeune savant français dont les travaux auront paru remarquables à l'Académie. En aucun cas, le prix ne pourra être divisé.*

PRIX THORLET (1600 fr.)

1912.

Prix de vertu, annuel.

FONDATIONS SPÉCIALES.

FONDATION LANNELONGUE (2000 fr.)

1903.

Le revenu annuel de cette fondation est donné, au choix de l'Académie et sur la proposition de sa commission administrative, *à une ou deux personnes au plus, dans l'infortune, appartenant elles-mêmes ou par leur mariage, ou par leurs père et mère, au monde scientifique, et de préférence au milieu scientifique médical.*

PRIX DES GRANDES ÉCOLES.

PRIX LAPLACE

1836.

Prix consistant en un exemplaire des œuvres de M. de Laplace [*Traité de Mécanique céleste* (5 vol.), *Exposition du système du monde* (1 vol.), *Théorie des probabilités* (1 vol.)], et *donné, tous les ans, par les mains du Président de l'Académie, au premier élève sortant de l'École polytechnique.*

PRIX L.-E. RIVOT (2500 fr.)

1890.

Le revenu de cette fondation est *partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École polytechnique avec les n°s 1 et 2 dans les corps des mines et des ponts et chaussées.*

Les n°s 1 reçoivent 750 fr. *et les n°s 2 reçoivent* 500 fr. *qui leur sont remis, au nom de L.-E. Rivot,* en son vivant professeur à l'École nationale supérieure des Mines, *pour les aider à acheter des livres de sciences et à faire des voyages d'études.*

PRIX DE L'ÉCOLE NORMALE (2000 fr.)

1916.

Prix unique, qui sera décerné, s'il y a lieu, après la guerre, par l'Académie, grâce à un don du Comité des Annales scientifiques de l'École normale supérieure, *à un normalien tué ou blessé au champ d'honneur, en récompense ou en vue de travaux scientifiques.*

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

FONDATION TRÉMONT (1000 fr.)

1847.

Fondation destinée à aider, dans ses travaux, tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Comme de telles découvertes ont lieu rarement, lorsque la rente n'aura pas son emploi, elle sera capitalisée avec le fonds et deviendra ainsi plus digne de son but.

FONDATION GEGNER (4000 fr.)

1868.

Fondation constituée par un *capital d'un revenu de quatre mille francs destiné à soutenir un savant pauvre qui se sera signalé par des travaux sérieux et qui, dès lors, pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur du progrès des sciences positives.*

FONDATION JÉROME PONTI (3500 fr.)

1879.

Le revenu de cette fondation doit être employé par l'Académie, *selon qu'elle le jugera à propos, pour encourager les sciences et aider à leurs progrès.*

L'Académie attribue, tous les deux ans, une somme de 3500 fr. sur la proposition d'une commission choisie alternativement dans la division des Sciences mathématiques — il en sera ainsi en 1922 — et dans la division des Sciences physiques — il en sera ainsi en 1920.

FONDATION HENRI BECQUEREL (3000 fr.)

1905.

Le fondateur, feu Antoine-Henri Becquerel, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a laissé à celle-ci *le soin de décider le meilleur usage qu'elle pourra faire des arrérages du capital* qu'il lui léguait, *soit pour établir une fondation ou un prix, soit dans la manière dont elle distribuera périodiquement les arrérages dans le but de favoriser le progrès des sciences.*

FONDS BONAPARTE (50000 fr.)

1908.

Les subventions que l'Académie des Sciences peut distribuer, grâce à la généreuse libéralité de l'un de ses membres, le Prince Bonaparte, ont pour but de *provoquer des découvertes en facilitant les recherches des travailleurs ayant déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient de ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.*

Les subventions peuvent être demandées directement par les candidats ou proposées par un membre de l'Académie. La demande doit contenir un exposé précis des travaux projetés et indiquer la somme jugée nécessaire pour les réaliser. Tout membre de l'Institut qui désire proposer une subvention ou appuyer une demande doit le faire par écrit, et son avis motivé est mentionné dans le rapport général d'attribution.

Toutes les demandes ou propositions doivent parvenir au Secrétariat de l'Académie *avant le* 1er *janvier;* passé cette date, elles sont renvoyées à l'année suivante.

Les subventions sont au minimum de 2000 fr.

Les membres de l'Institut qui auront appuyé une demande devront, dans les deux ans qui suivront l'attribution, remettre une note écrite indiquant l'emploi qui aura été fait des fonds accordés.

Obligations des bénéficiaires. — Toute personne qui aura reçu une subvention sur le Fonds Bonaparte devra adresser à l'Académie : 1° au bout de douze mois, un rapport succinct relatif à la manière dont elle aura employé les ressources mises à sa disposition et aux premiers résultats obtenus; 2° dans un délai de deux ans, un résumé des travaux effectués à l'aide de la subvention; ce résumé sera écrit spécialement pour l'Académie et sera accompagné d'une liste bibliographique, s'il y a lieu. Son étendue ne devra pas dépasser deux pages in-4°. L'ensemble des rapports constitue une publication spéciale qui porte le titre de *Recueil du Fonds Bonaparte*.

L'Académie se réserve d'insérer dans ses publications ordinaires les travaux d'une plus grande étendue, qui lui paraîtront mériter une mention particulière.

La primeur des découvertes, sous quelque forme que ce soit, sera réservée à l'Académie. La non-observation de cette clause entraînerait pour l'auteur la perte du droit de recevoir de nouvelles subventions.

La même sanction serait appliquée à tout bénéficiaire qui n'aurait pas fourni de rapport dans les délais voulus.

FONDATION LOUTREUIL (125000 fr.)

1910.

Cette fondation a pour but d'encourager, dans les établissements de haute culture scientifique de Paris et de province (autres que les Universités), ainsi que par les savants et chercheurs libres, indépendants de ces établissements : le progrès des sciences de toute nature; la création et le développement de l'outillage des laboratoires; le développement des collections, bibliothèques et publications savantes; les recherches et les voyages scientifiques; la création de cours d'enseignement. Elle permet de donner des

allocations pécuniaires à des savants, attachés ou non à ces établissements, et dont les ressources sont souvent inférieures à leur mérite.

Les demandes de subventions doivent être adressées au Secrétariat de l'Académie *avant le* 31 *mars*. Elles indiquent le but et l'objet des recherches à entreprendre, leur intérêt scientifique, leur durée probable, les dépenses qu'elles peuvent entraîner. S'il s'agit d'un accroissement de collections, de bibliothèques ou bien de constructions, elles indiquent les lacunes qu'il s'agit de combler, l'utilité des dépenses projetées, etc. Si la demande émane d'un établissement, elle doit être accompagnée, en outre, du procès-verbal de la séance du Conseil de cet établissement dans laquelle la demande a été votée.

Aucune demande de subvention permanente n'est acceptée.

Dans le cas où tel établissement de haute culture scientifique jugerait immédiatement utile la construction de bâtiments destinés à abriter, soit une collection, soit l'outillage d'un laboratoire de travaux ou de recherches scientifiques, et dans le cas où cette construction ne pourrait être assurée assez rapidement par l'État ou la ville intéressée, le revenu de la fondation pourra, si le Conseil de la fondation l'autorise, être affecté, jusqu'à concurrence de un cinquième, à gager un ou plusieurs emprunts contractés par l'établissement, à l'effet d'assurer cette construction.

Les demandes de subventions sont examinées par un Comité consultatif, composé d'un représentant, élu pour trois ans, du Muséum d'histoire naturelle, désigné par ses professeurs; du Collège de France, désigné par ses professeurs des sciences; du Conseil central des Observatoires; du Conseil de perfectionnement de l'École polytechnique; de chacune des Écoles vétérinaires d'Alfort, Lyon et Toulouse, choisi par les professeurs de ces écoles; de l'Institut national agronomique, désigné par ses professeurs. Le Président de l'Académie des Sciences pourra ajouter à cette liste des inventeurs ou savants notoires n'appartenant à aucun établissement, et des représentants d'établissements scientifiques non dénommés ci-dessus.

L'attribution définitive des subventions est faite par un Conseil de six membres pris dans l'Académie, suivant les conditions fixées par le testament.

Obligations des bénéficiaires. — Toute personne ou tout établissement qui a reçu une subvention sur la fondation Loutreuil est tenue d'envoyer, au bout d'un an, s'il s'agit de recherches scientifiques, et de six mois s'il s'agit d'accroissement de matériel ou de constructions, un rapport sur l'emploi qu'il

en a fait. S'il s'agit d'une subvention destinée à des recherches, les résultats de celles-ci doivent être indiqués. Quand l'emploi des fonds exige plus d'une année, il y a lieu de faire un rapport annuel; la non-exécution de cette clause entraînera la suppression de toute subvention ultérieure.

Le rapport général du Conseil et les rapports annuels des savants ou établissements subventionnés feront l'objet d'une publication spéciale qui portera le titre de *Recueil de la Fondation Loutreuil.*

L'Académie se réserve d'insérer, dans ses publications ordinaires, les travaux d'une grande étendue qui lui paraîtront mériter une mention spéciale.

La publication de tous travaux, subventionnés par la fondation Loutreuil, devra porter mention, après le titre, qu'ils ont été entrepris avec l'aide de cette fondation.

FONDS CHARLES BOUCHARD (5000 fr.)

1917.

Madame Charles Bouchard, en souvenir de son mari, ancien président de l'Académie des Sciences, met à la disposition de celle-ci une somme de cinq mille francs, destinée à subventionner des recherches de médecine ou de physiologie.

CONDITIONS GÉNÉRALES DES CONCOURS.

Les pièces manuscrites ou imprimées, destinées aux divers concours de l'Académie des Sciences, doivent être directement adressées par les auteurs au Secrétariat de l'Institut (Académie des Sciences) avec une lettre adressée à MM. les Secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences, constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel elles sont présentées.

Les ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de *trois exemplaires*.

Les manuscrits doivent être écrits en français.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de tous les concours aura lieu le 31 décembre de l'année qui précède celle où le concours doit être jugé.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des ouvrages ou mémoires envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat.

Le même ouvrage ne pourra pas être présenté, la même année, aux concours de deux Académies de l'Institut de France.

L'Académie se réserve d'examiner, sans aucune condition de candidature, les titres des savants qui pourraient mériter des prix.

Le montant des sommes annoncées pour les prix n'est donné qu'à titre d'indication, subordonnée aux variations du revenu des fondations.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de Lauréat de l'Académie, s'il n'a été jugé digne de recevoir un Prix. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements*, des *mentions* ou des *subventions* n'ont pas droit à ce titre.

Nota. — L'Académie a supprimé, depuis l'année 1902, la formalité qui rendait *obligatoire* l'anonymat pour certains concours, avec dépôt d'un pli cacheté contenant le nom de l'auteur. Cette formalité est devenue *facultative*.

LECTURES.

M. **Émile Picard**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur *Gaston Darboux*, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

A. Lx et É. P.

TABLEAU DES PRIX ET SUBVENTIONS ATTRIBUÉS.

ANNÉE 1917.

FONDATIONS SPÉCIALES.

PRIX DES GRANDES ÉCOLES.

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

TABLEAU DES FONDATIONS

pour les années 1919, 1920, 1921, 1922....

BOTANIQUE.

ÉCONOMIE RURALE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

MÉDAILLES.

PRIX GÉNÉRAUX.

FONDATIONS SPÉCIALES.

PRIX DES GRANDES ÉCOLES.

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX POUR 1919, 1920, 1921, 1922......

1919.

MATHÉMATIQUES.

Prix Francœur.

MÉCANIQUE.

Prix Montyon.
Prix Poncelet.

ASTRONOMIE.

Prix Lalande.
Prix Benjamin Valz.
Prix G. de Pontécoulant.

GÉOGRAPHIE.

Prix Gay.
Fondation Tchihatchef.

NAVIGATION.

Prix de six mille francs, destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.
Prix Plumey.

PHYSIQUE.

Prix Kastner-Boursault.
Prix Gaston Planté.
Prix Hébert.
Prix Henri de Parville.
Prix Hughes.
Prix Pierson-Perrin.
Fondation Clément Félix.

CHIMIE.

Prix Montyon. — Arts insalubres.
Prix Jecker.
Fondation Cahours.
Prix Houzeau.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

Prix Delesse.
Prix Joseph Labbé.

BOTANIQUE.

Prix Desmazières.
Prix Montagne.
Prix Jean Thore.
Prix de La Fons Mélicocq.
Prix de Coincy.
Prix Jean de Rufz de Lavison.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

Prix Cuvier.
Fondation Savigny.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

Prix Montyon.
Prix Barbier.
Prix Bréant.
Prix Godard.
Prix Chaussier.
Prix Mège.
Prix Bellion.
Prix du baron Larrey.
Prix Argut.

PHYSIOLOGIE.

Prix Montyon.
Prix Lallemand.
Prix Philipeaux.
Prix Fanny Emden.

STATISTIQUE.

Prix Montyon.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

Prix Binoux.

MÉDAILLES.

Médaille Arago.
Médaille Lavoisier.
Médaille Berthelot.

PRIX GÉNÉRAUX.

Prix fondé par l'État : Grand Prix des Sciences mathématiques.
Prix Bordin (Sciences mathématiques).
Prix Vaillant.
Prix Petit d'Ormoy.
Prix Jean-Jacques Berger.
Prix Saintour (Sciences mathématiques).
Prix Henri de Parville.
Prix Lonchampt.
Prix Henry Wilde.
Prix Gustave Roux.
Prix Thorlet.

FONDATIONS SPÉCIALES.

Fondation Lannelongue.

PRIX DES GRANDES ÉCOLES.

Prix Laplace.
Prix L.-E. Rivot.

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

Fondation Trémont.
Fondation Gegner.
Fondation Henri Becquerel.
Fonds Bonaparte.
Fondation Loutreuil.
Fonds Charles Bouchard.

1920.

Prix Poncelet.
Prix Henri de Parville.
Prix Damoiseau.
Prix Janssen.
Prix Pierre Guzman.
Prix Delalande-Guérineau.
Prix Gay.
Prix Binoux.
Prix L. La Caze (Physique).
Prix L. La Caze (Chimie).
Prix Fontannes.
Prix Victor Raulin (Minéralogie et Pétrographie.
Prix Jean Thore.
Prix Dusgate.
Prix L. La Caze.
Prix Martin-Damourette.
Prix fondé par l'État : Grand Prix des Sciences mathématiques.
Prix Bordin (Sciences physiques).
Prix Serres.
Prix Estrade-Delcros (Sciences physiques).
Prix Houllevigue (Sciences physiques).
Prix Saintour (Sciences physiques).
Prix Caméré.
Fondation Jérôme Ponti (Sciences physiques).

1921.

Prix Boileau.
Prix Pierson-Perrin.
Prix Berthelot.
Prix Cuvier.
Prix da Gama Machado.
Prix Le Conte.
Prix Jean Reynaud.
Prix du baron de Joest (Sciences physiques).
Prix Parkin.

1922.

Prix Victor Raulin (Minéralogie et Physique du Globe).
Prix James Hall.
Prix Alhumbert (Sciences physiques).
Prix Houllevigue (Sciences mathématiques).
Fondation Jérôme Ponti (Sciences mathématiques).

1923.

Fondation Danton.
Prix Bigot de Morogues.
Prix Estrade-Delcros (Sciences mathématiques).

1924.

Prix Parkin.
Prix du baron de Joest (Sciences mathématiques).

1927.

Prix Alhumbert (Sciences mathématiques).
Prix Parkin.

1929.

Prix Theurlot.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances d'octobre 1917 (*suite et fin*).

Le Maraichinage, coutume du pays de Mont (Vendée), par le Dr Marcel Baudoin. Paris, Maloine, 1917; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Charles Richet.)

La détermination du sexe, par Jules Regnault, communication faite à la *Société de pathologie comparée*, le 10 juillet 1917. 1 fasc.

Raspail et Pasteur. Trente ans de critiques médicales et scientifiques (1884-1914), par Xavier Raspail. Paris, Vigot, 1916; 1 vol. in-8°.

Canada. Ministère des mines. Commission géologique : mémoire 57 : *Le corindon, gisement, distribution, exploitation et usages*, par Alfred Ernest Barlow; — mémoire 82 : *District de Rainy river, Ontario. Géologie superficielle et sols*, par W.-A. Johnston. — Division des mines, n° 306 : *Rapport sur les minéraux non métalliques employés dans les industries manufacturières du Canada*, par Howells Fréchette; — n° 414 : *Recherches sur le cobalt et ses alliages, faites à l'Université Queens, de Kingston, Ontario, pour la division des mines, du ministère des mines : cinquième partie : les propriétés magnétiques du cobalt et du* Fe^2Co, par Herbert T. Kalmus et K.-B. Blacke; — n° 432 : *The mining of Thin-Coal Seams as applied to the Eastern Coal-Fields of Canada*, by J.-F. Kellock Brown. Ottawa, Imprimerie du Gouvernement, 1917; 5 vol. in-8°.

Summary report of the geological survey department of mines for the calendar year 1916. Ottawa, J. de L. Taché, 1917; 1 vol. in-8°.

Bibliography of the published Writings of Henry Fairfield Osborn. New-York, 1916; 1 vol. in-8°.

Report of the commissioner of education for the year ended june 30, 1916. Washington, Government printing office, 1916 et 1917; 2 vol. in-8°.

The american ephemeris and nautical almanac, 1919. Washington, Government printing office, 1917; 1 vol. in-8°.

Compañia administradora del Guano, limitada. Seccion técnica. *Informe preliminar sobre la causa de la mortalidad anormal de las aves ocurrida en el mes de marzo del presente año.* Lima Gil, 1917; 1 fasc. in-8°.

La energia estatica aplicada a la dinamica, par José de Arlucea. S. l. n. d.; 1 fasc. in-12.

Studio sulla trisezione dell angolo, per Giuseppe Jannelli. Palermo, tipografia pontificia, 1917; 1 fasc. in-4°.

La cuadratura del circulo, por Inocencio Andion San José de Costa Rica, 1917; 1 fasc. in-f°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 DÉCEMBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du décret, en date du 5 décembre 1917, qui porte approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Vito Volterra** pour occuper la place d'associé étranger vacante par le décès de M. *Hittorf*.

Il est donné lecture de ce décret.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente, de la part de M. l'abbé Verschaffel, le *Catalogue de* 7443 *étoiles de repère, comprises entre* $-2^{\circ}45'$ *et* $-9^{\circ}15'$, appartenant à la zone photographique de San Fernando. Les observations dont on a déduit les positions de ce catalogue ont été effectuées à l'Observatoire d'Abbadia; elles ont commencé en 1912 et se sont poursuivies, non sans quelques difficultés, jusqu'en 1916.

BOTANIQUE. — *Sur le développement et la structure de l'ovule chez les Apocynacées et les Asclépiadacées.* Note de M. **L. Guignard.**

Après les nombreuses observations dont l'ovule a été l'objet chez les plantes les plus diverses, il est permis de s'étonner que, dans deux familles aussi importantes que les Apocynacées et les Asclépiadacées, la constitution de cet organe ne soit pas encore établie d'une façon certaine. Pour se convaincre de l'insuffisance de nos connaissances sur le sujet, il suffira de rappeler les opinions singulièrement divergentes auxquelles a conduit son étude.

Les premières recherches qui méritent d'être mentionnées sont dues à Vesque [1]. Après avoir fait remarquer, non sans raison d'ailleurs, les difficultés de l'observation dans le cas actuel, il admet que, dans le *Vinca minor*, l'ovule offre les mêmes caractères que chez les autres Gamopétales. Le nucelle s'y montre très réduit et constitué simplement par la cellule mère du sac embryonnaire revêtue d'une assise épidermique; il se recouvre de bonne heure d'un volumineux tégument, traversé par un canal micropylaire très étroit. L'étude sommaire d'une autre Apocynacée, le *Strophanthus dichotomus*, et celle plus complète d'une Asclépiadacée, le *Ceropegia Sandersoni*, conduisent l'auteur à affirmer que la structure de l'ovule ne présente, dans les deux familles, aucune différence digne d'être mentionnée.

De ses observations sur le *Vincetoxicum*, en 1892, G. Chauveaud [2] conclut que l'ovule de cette plante ne ressemble en aucune façon à celui des autres Angiospermes. En effet, « l'épiderme du mamelon ovulaire ne se recouvre jamais en un point quelconque de sa surface; il ne se forme pas de tégument. Cet épiderme ne se détruit pas davantage, ainsi qu'on l'admettait d'après Vesque; au contraire, il se cloisonne et, par son développement, il contribue à accroître l'épaisseur du tissu tout à fait homogène qui entoure le sac embryonnaire.... Le nucelle est réduit à une cellule sous-épidermique qui, d'ailleurs, sans se cloisonner, devient directement le sac embryonnaire. Dans cette plante, le nucelle et le sac embryonnaire sont donc absolument une seule et même chose ».

Quant à la formation du canal micropylaire, elle serait due à un prolongement du sac embryonnaire lui-même, écartant les cellules du tissu qui le revêt à son sommet.

En somme, l'ovule n'offrirait, ici, ni nucelle proprement dit, ni tégument; la formation du sac embryonnaire, non précédée de divisions dans sa cellule mère sous-épidermique, ne rentrerait pas non plus dans la règle qu'on sait être générale chez les Gamopétales. L'origine du canal micropylaire serait, en outre, tout à fait exceptionnelle.

---

(1) Vesque, *Sur le développement du sac embryonnaire des Phanérogames angiospermes* (*Ann. des Sc. nat. : Bot.*, 6e série, t. 8, 1879, p. 364).

(2) G. Chauveaud, *Sur la structure de l'ovule et le développement du sac embryonnaire du Dompte-venin* (Vincetoxicum) (*Comptes rendus*, t. 114, 1892, p. 313). — *De la reproduction chez les Dompte-venin* (*Thèse de doctorat en médecine;* Paris, 1892).

En 1902, Th.-C. Frye [1] constate, chez quelques *Asclepias*, que le mamelon ovulaire a la forme d'une protubérance dans laquelle se différencie, vers le sommet et sous l'épiderme, la cellule mère primordiale du sac embryonnaire ou archéspore. Avec l'assise cellulaire qui la recouvre, l'archéspore constitue le nucelle, lequel ne forme pas de saillie à la surface du mamelon ovulaire. Le tégument prend naissance grâce à l'accroissement du tissu entourant le nucelle, et celui-ci se trouve bientôt enfoncé dans l'ovule où il n'est plus représenté alors que par le sac embryonnaire. La différenciation de ce dernier est précédée de la division de l'archéspore en quatre cellules filles ou macrospores; seulement, les deux bipartitions successives de l'archéspore et la formation du sac aux dépens de la cellule inférieure ne sont pas toujours aussi régulières que chez les autres Gamopétales.

La même année, très peu de temps avant la publication de ce travail, P. Dop avait résumé, dans une Note préliminaire [2], ses observations sur l'ovule et le sac embryonnaire du *Stapelia variegata*. Mais l'année suivante [3], après les avoir étendues à une quinzaine d'autres Asclépiadacées, il changeait complètement ses conclusions premières en ce qui concernait le mode de formation du sac embryonnaire, conclusions qui n'étaient, d'ailleurs, qu'un retour aux idées erronées de Vesque sur l'origine de cet organe. Les résultats de ce second travail sont tout différents de ceux de Frye sur la même famille. Pour Dop, en effet, l'ovule est formé par un nucelle sans tégument et, par suite, relativement volumineux. L'enfoncement du sac embryonnaire dans l'ovule est dû à la multiplication des cellules épidermiques qui surmontent l'archéspore à l'origine. Il se produit ainsi, au-dessus du sac embryonnaire, une sorte de coiffe dans laquelle se creuse le canal micropylaire.

La formation du sac embryonnaire lui-même ne serait conforme ni à la description de Chauveaud, ni à celle de Frye. En effet, la cellule sous-épidermique spéciale, différenciée au sommet du mamelon ovulaire, commencerait par donner, à l'aide d'une première cloison transversale, une

(1) Th.-C. Frye, *A morphological Study of certain Asclepiadaceæ* (*Bot. Gazette*, t. 34, décembre 1902).

(2) Paul Dop, *Sur le développement de l'ovule des Asclépiadées* (*Comptes rendus*, t. 135, 1902, p. 800).

(3) Paul Dop, *Recherches sur la structure et le développement de la fleur chez les Asclépiadées* (*Thèse de doctorat de la Faculté des Sciences*. Paris, 1903).

« calotte », qui n'existe pas chez les Gamopétales. La cellule sous-jacente à la calotte serait la véritable cellule mère primordiale du sac, laquelle, au lieu de former quatre cellules filles superposées, n'en fournirait que deux, l'inférieure s'agrandissant ensuite en sac embryonnaire.

L'auteur considère le cas du *Vincetoxicum*, étudié par Chauveaud, comme une anomalie et ne fait pas mention des recherches de Frye sur les *Asclepias*.

En 1905, Frye publiait, en collaboration avec E.-B. Blodgett ([1]), une Note très succincte sur l'*Apocynum androsæmifolium*. Les quelques lignes relatives à l'ovule, ainsi que les figures qui s'y rapportent, font admettre une ressemblance complète, au point de vue de la structure de cet organe, entre cette plante et les *Asclepias*.

Enfin, en 1912, dans un travail sur la polyembryonie du *Vincetoxicum* ([2]), Seefeldner, étudiant d'abord le développement de l'ovule et du sac embryonnaire, est d'avis, comme Chauveaud et Dop, qu'il ne se forme pas de tégument ovulaire dans cette plante et que son absence, constatée d'ailleurs dans d'autres cas, doit vraisemblablement être rapportée à un phénomène de régression. C'est donc le nucelle qui représenterait la masse principale de l'ovule. D'autre part, l'archéspore, au lieu de rester indivise, suivant la manière de voir de Chauveaud, se partage en deux cellules, dont la supérieure se résorbe, tandis que l'inférieure fournit le sac embryonnaire : opinion qui se rapproche de celle de Dop, sans pourtant lui être identique, puisqu'il n'y aurait pas formation préalable d'une calotte.

Cet aperçu historique suffit à montrer les contradictions qui existent sur tous les points de la question. Elle méritait donc d'être étudiée à nouveau, d'abord chez les espèces déjà observées, ensuite chez d'autres représentants des deux familles dont il s'agit.

Mes recherches ont porté sur une vingtaine de genres indigènes ou exotiques. Leur exposé détaillé devant paraître prochainement, avec figures, dans un autre Recueil ([3]), la présente Note en indiquera seulement les principaux résultats.

Apocynacées. — Dans cette famille, où les espèces étudiées appartenaient

---

([1]) Th.-C. Frye and Eleanor-B. Blodgett, *Contribution of the life history of* Apocynum androsæmifolium (*Bot. Gazette*, t. 40, 1905).

([2]) G. Seefeldner, *Die Polyembryonie bei* Cynanchum Vincetoxicum (*L.*) *Pers.* (*Sitzungsb. Kais. Akad. der Wissensch., Wien; Math. naturw. Kl.*, t. 121, Abth. I, 1912).

([3]) *Mémoires de l'Académie des Sciences.*

aux trois tribus des Carissées, Plumiérées et Échitidées, le nombre des ovules dans chacun des deux carpelles est très variable et leur développement ne se montre pas partout identique.

L'ovule naît sur le placenta sous la forme d'un mamelon hémisphérique de grosseur variable; tantôt il reste court, tantôt il s'allonge plus ou moins en un corps cylindrique, dont le sommet devient légèrement conique et se dirige vers le haut de la cavité carpellaire. La première différenciation qui se remarque dans le tissu homogène du mamelon ovulaire est celle de la cellule mère primordiale du sac embryonnaire ou archéspore, formée sous l'épiderme au sommet. A partir de ce stade, le développement se continue avec des caractères qui diffèrent suivant les cas.

On sait que, chez la plupart des Gamopétales, le nucelle est simplement constitué par l'archéspore et par l'épiderme qu'elle soulève et qui se cloisonne radialement pour la revêtir sur toute sa surface. Sa grosseur est, par suite, assez faible et sa structure très simple. Chez beaucoup d'Apocynacées, le nucelle n'est représenté sur le mamelon que par une protubérance encore plus réduite, et sa différenciation est d'autant moins prononcée que le développement du tégument est plus précoce; d'où il résulte que le nucelle peut même arriver à n'être plus apparent à la surface du mamelon ovulaire.

Tantôt, en effet, l'assise épidermique forme autour de l'archéspore, jusqu'à la base, un revêtement continu, bien distinct du tissu tégumentaire qui l'environne, et le nucelle peut être considéré comme complet (*Acokanthera*, *Leuconotis*, *Cerbera*, *Amsonia*, *Tabernæmontana*, etc.). Tantôt cette assise est moins différenciée vers la base de l'archéspore, partiellement enfoncée dans le mamelon ovulaire, ou même y disparaît, et le nucelle n'a qu'un épiderme plus ou moins incomplet (*Vinca*, *Nerium*, *Mandevilla*, etc.). Tantôt encore l'archéspore n'a pas d'autre épiderme que les quelques cellules qui la surmontaient à l'origine (*Apocynum*). Dans ce dernier cas, le nucelle ne dessine de protubérance à aucun moment à la surface du mamelon ovulaire : réduit à son archéspore et aux quelques cellules épidermiques situées au-dessus de cette dernière, il reste enfoncé totalement dans le tissu du mamelon ovulaire qui s'accroît de très bonne heure pour donner le tégument, avec lequel il peut être considéré comme concrescent. Mais, malgré cette concrescence, on peut toujours reconnaître, au sommet de l'archéspore, les cellules épidermiques primitives et, même après que les bords du tégument ovulaire se sont rejoints au-dessus d'elles pour former le canal micropylaire, on en aperçoit souvent encore des vestiges.

Le développement et la structure du nucelle ne sont donc pas identiques

chez toutes les Apocynacées, puisque cet organe peut y présenter tous les degrés de réduction.

Quant à l'évolution de l'archéspore elle-même, elle paraît être des plus uniformes, comme chez les autres Gamopétales, car elle se divise en quatre cellules filles ou macrospores, dont l'inférieure est celle qui s'accroît normalement en sac embryonnaire.

Asclépiadacées. — A l'inverse de ce qu'on observe dans la précédente famille, l'ovaire, avec ses deux carpelles et, plus tard, le fruit présentent dans celle-ci la plus grande uniformité. Il en est de même pour les ovules, toujours très nombreux dans chaque carpelle; de sorte que, pour connaître la structure de l'ovule et son développement dans toutes les Asclépiadacées, il suffirait d'étudier une espèce quelconque de cette famille.

En raison des divergences d'opinion et des contradictions, qui ont été rappelées précédemment, mes observations ont porté non seulement sur le *Vincetoxicum* et l'*Asclepias*, mais aussi sur un assez grand nombre d'autres genres (*Periploca*, *Marsdenia*, *Gomphocarpus*, *Sarcolobus*, *Hoya*, *Stapelia*, *Ceropegia*, *Boucerosia*, *Arauja*, *Calotropis*).

Partout, le développement et la structure de l'ovule présentent les mêmes caractères que chez l'*Apocynum*. C'est ce qui explique comment Frye et Blodgett, après avoir étudié ce dernier, ont cru pouvoir assimiler complètement la structure de l'ovule chez les Apocynacées et les Asclépiadacées, alors qu'il ne faut voir dans l'*Apocynum* qu'un terme de passage entre les deux familles.

Chez les Asclépiadacées, en effet, on n'observe jamais de nucelle faisant saillie à la surface du mamelon ovulaire; mais le nucelle n'en est pas moins représenté par l'archéspore et l'épiderme rudimentaire qui la recouvre au sommet. Cet épiderme subit le même sort que celui qui forme un revêtement complet ou incomplet chez les Apocynacées : il disparaît pendant le développement du tégument qui vient bientôt le recouvrir.

En ce qui concerne l'évolution de l'archéspore et la formation du sac embryonnaire, les particularités qu'elles offrent parfois n'autorisent en aucun façon à penser qu'elles ne rentrent pas dans la règle commune aux Gamopétales.

En définitive, il n'est pas plus exact d'admettre, comme on l'a fait, que l'ovule des Asclépiadacées est dépourvu de nucelle, que de prétendre, inversement, qu'il est constitué entièrement par un nucelle et un funicule, le tégument faisant complètement défaut.

La réduction du nucelle, chez les plantes dont il vient d'être question, ne

saurait être considérée comme un caractère d'infériorité organique, qui ne s'expliquerait d'ailleurs par aucune hypothèse plausible. Au contraire, elle doit être interprétée comme une condensation du développement, en rapport avec une accélération dans la formation du tégument ovulaire. Par son existence constante chez toutes les Asclépiadacées, ce caractère offre un intérêt tout particulier : il coïncide avec le très haut degré de différenciation que présente la morphologie florale dans toutes les espèces de ce groupe, l'un des plus élevés dans la série des Gamopétales.

ZOOLOGIE. — *Sur la conformation des phalangettes chez certaines Grenouilles d'Afrique.* Note (1) de M. **G.-A. Boulenger.**

Le fait bizarre d'os perçant les téguments et apparaissant à nu sans se nécroser est connu de longue date chez un Batracien Urodèle de la péninsule ibérique et du Maroc, le *Molge Waltlii*, dont les extrémités très pointues des côtes peuvent projeter comme des épines au centre de mamelons glandulaires qui forment une série de chaque côté du corps, ce qui a valu à ce Triton le nom de *Pleurodeles*.

Aucune explication n'a encore été donnée de la signification physiologique de ce phénomène, qui ne s'observe que sur certains individus parvenus à une taille considérable ; mais c'est certainement à tort qu'on l'a cru d'ordre pathologique. L'extrémité perforante est d'ailleurs d'un tissu plus dense que le reste de la côte et dépourvue de toute adhérence aux muscles. A l'extrême Orient de la région paléarctique, la même particularité se retrouve chez un autre Urodèle, assez voisin du Pleurodèle, auquel j'ai donné le nom de *Tylototriton Andersonii* (2).

Plus tard, j'ai eu l'occasion de décrire deux Batraciens Anoures de la famille des Ranides, *Gampsosteonyx Batesii* et *Trichobatrachus robustus* (3) du Gabon et du Cameroun, chez lesquels des os sont également exposés. Dans leur cas il ne s'agit plus des côtes, mais des phalangettes des orteils, en forme de griffes acérées et plus ou moins rétractiles. Cette forme de phalangette si différente de celle de la plupart des Ranides, chez lesquels elle est plus ou moins obtuse ou légèrement élargie à l'extrémité, comme

(1) Séance du 3 décembre 1917.
(2) *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, 6e série, t. 10, 1892, p. 304.
(3) *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1900, p. 442, et 1901, p. 709.

chez l'homme, ou en forme de T ou d'Y chez certaines espèces à extrémités digitales dilatées en disques, semblait constituer un caractère générique de première importance. Il n'en est rien pourtant. Je me suis aperçu dernièrement que les phalangettes sont pointues et courbées à l'extrémité chez le *Rana mascareniensis* d'Afrique [1] et ses proches voisins que je propose de grouper en un sous-genre sous le nom de *Ptychadena*, ce caractère ostéologique étant accompagné d'un autre qui réside dans la ceinture pectorale, dont les clavicules (souvent nommées précoracoïdes) sont grêles, un peu courbées et largement séparées sur la ligne médiane, comme cela a été signalé chez le sous-genre voisin *Hildebrandtia* Nieden [2].

Les genres *Hylambates* et *Cassina*, tous deux propres à l'Afrique, étaient depuis longtemps connus comme présentant cette exception dans la famille des Ranides d'avoir les phalangettes pointues et en forme de griffes, comme chez les Rainettes ou Hylides. Ce caractère indique peut-être une connexion phylogénétique entre certains Ranides assez disparates habitant exclusivement la région éthiopienne.

La tendance des phalangettes à se transformer en griffes atteint son apogée chez une grenouille si voisine de *Rana mascareniensis* qu'elle en a même été considérée comme simple variété : *R. Bibroni* Hallow., de l'Afrique occidentale. J'ai constaté que chez cette espèce les phalangettes des orteils

---

(1) Ainsi que l'avait reconnu Cope (*Proc. Ac. Philad.*, 1862, p. 341).

(2) *Zool. Anz.*, t. 32, 1908, p. 654. L'oblitération des sutures entre les clavicules, les coracoïdes et les omoplates, comme le décrit et le figure Nieden, est sans doute une anomalie individuelle, car je ne la retrouve pas chez les individus de *R. ornatissima* Bocage que j'ai examinés. L'auteur ajoute à la définition de son genre *Hildebrandtia* l'absence de la membrane ou palmure qui sépare les métatarsiens externes chez les *Rana* proprement dits, mais qui ferait défaut chez les espèces rapportées au genre *Pyxicephalus* Tschudi. En ce qui concerne le genre *Rana*, cette réunion des métatarsiens externes par les téguments épaissis n'a pas l'importance qui lui a été attribuée, car, pour ne citer qu'un exemple, chez *R.* (*Pyxicephalus*) *labrosa* Cope, si voisin de *R. natalensis* Smith et de *R. Delalandii* Tschudi, la membrane pénètre assez avant entre ces métatarsiens, et il s'établit ainsi un trait d'union entre les deux extrêmes. Il en est de même chez *R. subsigillata* A. Dum., dont les clavicules sont courbées comme chez *Hildebrandtia*, mais beaucoup plus robustes; à ces caractères s'ajoute le grand développement de la branche zygomatique du squamosal qui s'unit par suture au maxillaire, comme chez *R. adspersa* Tschudi. Cette combinaison de caractères me semble justifier l'établissement d'un sous-genre nouveau pour lequel je propose le nom de *Aubria*, en souvenir du voyageur Aubry-Lecomte, auquel nous devons la découverte de *R. subsigillata* et les premiers renseignements sur la faune herpétologique du Gabon.

sont non seulement courbées en griffes, mais que leur pointe acérée perce souvent les téguments tout comme je l'ai signalé chez *Gampsosteonyx* et *Trichobatrachus*. Il ne s'agit pas d'une lésion accidentelle, comme cela se voit parfois chez divers Batraciens à la suite d'usure ou d'ulcères affectant les extrémités digitales, et comme on l'a suggéré pour *Gampsosteonyx* (¹), mais bien d'une perforation normale sinon constante, car elle s'observe sur des individus parfaitement sains et provenant de localités variées. J'ajouterai que je retrouve la même forme de phalangettes et la même tendance à percer la peau chez le genre *Scotobleps* du Gabon et du Cameroun.

Comme pour les autres Batraciens à os perforants, le but de cette conformation nous échappe. Mais la petite découverte que je viens de faire sur *R. Bibroni* indique clairement, vu les affinités incontestables de cette espèce, que le caractère en question ne saurait être pris en considération au point de vue générique, pas plus que la condition des côtes du Pleurodèle ne justifie sa séparation, même sub-générique, de l'espèce algérienne *Molge Poireti* dont il est si voisin sous tous les rapports. La même conclusion s'impose dans le cas du genre *Babina*, récemment proposé par Van Denburgh (²) pour une grenouille d'Asie que j'ai décrite sous le nom *Rana Holsti*.

Ce genre *Babina* est fondé sur un caractère sexuel secondaire, le mâle étant pourvu d'une épine osseuse au pouce (l'extrémité du premier métacarpien), perçant la peau, épine dont la fonction est assurément la même que celle des aiguillons cornés et caducs qui arment le doigt interne de certains *Leptodactylus* d'Amérique et qui servent à renforcer l'amplexus pendant l'accouplement, au point qu'on se demande comment la femelle ne succombe pas aux blessures d'une pareille étreinte (³). Cette épine au pouce de la « grenouille à poignards », comme la nomme Van Denburgh, qui ne saurait à elle seule justifier le genre *Babina*, a d'ailleurs son parallèle en

---

(¹) F. Mocquard, *Bull. Mus.*, 1902, p. 414.

(²) *Proc. Calif. Acad.*, 4ᵉ série, t. 3, 1912, p. 196.

(³) C'est à tort qu'on a attribué à ces organes un rôle offensif, comme le rapporte Armand David en parlant de son *Rana spinosa* de Chine (*R. Boulengeri* Gthr.), « très grande grenouille qui a la poitrine hérissée d'épines contre lesquelles l'animal serre sa proie entre ses bras » (*Journ. 3ᵉ voyage*, t. 2, p. 210), et comme le croyait Hudson, qui nous raconte comment une grenouille de l'Argentine, *Leptodactylus ocellatus* (désignée sous le nom provisoire de *Rana luctator*), l'aurait attaqué en saisissant deux de ses doigts (*Naturalist in La Plata*, p. 75); enfin Van Denburgh parle des éperons de *Rana Holsti* comme d'une arme défensive. L'explication de ces faits

Afrique, car elle est semblable chez le mâle du genre *Tympanoceros* Bocage que je ne crois pas pouvoir séparer de *Petropedetes* Reichen. ([1]), chez lequel elle fait défaut. Pareil éperon se retrouve chez certains *Hyla* de l'Amérique tropicale, *H.* (*Cauphias*) *guatemalensis* Brocchi ([2]) nous en offre l'exemple le plus frappant, mais il est recouvert par la peau.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *Sur les altérations du pain de guerre.* Note de M. BALLAND.

Le pain de guerre actuel qui, depuis 1894, a remplacé l'ancien biscuit de troupe est en galettes carrées de 50^{g} obtenues avec des farines tendres bien affleurées et dépouillées de produits bis. Spécialement destiné aux armées en campagne, ce pain, d'une épaisseur moyenne de $0^{m},025$, doit se conserver un an. Or on a constaté pendant l'été la présence de moisissures sur des galettes n'ayant que trois à quatre mois de fabrication. Ces altérations avaient d'autres causes que celles signalées dernièrement sur des pains biscuités ([3]). Elles ne se rattachaient pas au blutage, qui a été maintenu à 70 pour les farines de pain de guerre, mais à la provenance des farines et à une quantité d'eau anormale contenue dans le pain.

A défaut de nos farines tendres auxquelles une longue expérience a donné la préférence, on a eu recours, depuis la guerre, à des farines d'Algérie, d'Amérique, d'Australie et des Indes dont le gluten se comporte différemment à la panification.

Le pain de guerre, au moment de la mise en caisse, doit contenir 10 à 12 pour 100 d'eau. Il en contient généralement beaucoup plus.

---

mal interprétés est très simple : à défaut de femelles, les mâles, dans la frénésie du rut, se cramponnent à toutes sortes d'animaux, ou même d'objets, tels qu'un bâton qu'on leur tend, ainsi que, parmi les Anoures d'Europe, notre crapaud commun nous permet de le constater tous les ans au printemps.

([1]) Voir BOULENGER, *Proc. zool. Soc. Lond.*, 1900, p. 439.

([2]) *Miss. scient. au Mexique : Batraciens*, p. 62, pl. XII, fig. 3 (1882).

([3]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 174.

EXEMPLES PRIS DANS DIVERS CENTRES DE FABRICATION.

Gluten des farines pour 100.	Eau contenue dans 100g de pain — à la sortie du four.	Eau contenue dans 100g de pain — à la mise en caisse après ressuage.
Blés de France.		
26	13,50	10,00
28	13,51	11,00
30	14,52	11,00
Blés azotiques.		
30	15,46	13,60
30	19,11	15,00
31	19,63	13,90
27	indéterminé	13,54
27	»	15,00
27	»	13,70
30	»	15,00
31	»	13,38
32	»	14,00
32	»	15,00
33	»	14,00
35	»	13,68
36	»	14,43

Dans les caisses contaminées, on a trouvé jusqu'à 18 pour 100 d'eau. Les fabricants mis en cause ont prétendu que cet excès d'eau venait des caisses en sapin qui leur avaient été remises incomplètement sèches. Allégation non justifiée : les galettes au centre des caisses étaient plus moisies et contenaient plus de 3 pour 100 d'eau que celles qui touchaient aux jointures où l'air extérieur a pu lentement pénétrer; et il n'y avait dans les caisses que 12 à 13 pour 100 d'eau ([1]).

On évitera les incidents signalés en adoptant provisoirement de petites galettes pointillées de 7^g à 8^g, ayant approximativement en longueur $0^m,050$,

([1]) C'est la teneur habituelle des caisses neuves, seules employées, où sont logées les galettes après un ressuage de quelques jours. Ces caisses plongées dans l'eau en contiennent jusqu'à 50 pour 100 et reviennent à leur poids primitif après une dizaine de jours d'exposition à l'air.

en largeur $0^m,030$ et en épaisseur $0^m,015$. Ces galettes, à la sortie du four, ne contiennent que 3 à 4 pour 100 d'eau et n'en reprennent graduellement 12 à 13 pour 100 qu'après un long séjour en magasin.

M. A. **Grandidier** fait hommage à l'Académie d'un volume qu'il vient de publier en collaboration avec M. Guillaume Grandidier : *Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar*. Volume IV : *Ethnographie de Madagascar*. Tome III : *Les habitants de Madagascar. La famille malgache* (*fin*). *Rapports sociaux des Malgaches. Vie matérielle à Madagascar. Les croyances et la vie religieuse à Madagascar*.

CORRESPONDANCE.

M. **Vito Volterra**, élu associé étranger, adresse des remercîments à l'Académie

MM. **Émile Blaise**, **Fabre-Domergue**, **M. Lantenois**, **Adolphe Lepape**, **C.-H. Ostenfeld**, **Marius Picon**, **Albert Ranc** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. **R. Anthony** adresse un Rapport relatif aux recherches qu'il a exécutées à l'aide de la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte* en 1914.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les substitutions rationnelles*. Note de M. **P. Fatou** [1].

I. Soient la substitution rationnelle $z_1 = f(z)$; α un point double de multiplicateur s tel que $|s| < 1$ ou $s^p = 1$, et posons

$$z_1 = f(z), \qquad z_2 = f(z_1) = f_2(z), \qquad \ldots, \qquad z_n = f(z_{n-1}) = f_n(z).$$

---

[1] Cf. P. Fatou, *Sur les solutions uniformes de certaines équations fonctionnelles* (*Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 546); *Sur les substitutions rationnelles* (*Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 806).

Nous disons qu'un point m appartient au domaine D_α du point α s'il est le centre d'un cercle dans lequel les fonctions $f, f_1, \ldots, f_n$ tendent uniformément vers α. Le domaine ouvert D_α admet comme frontière F un ensemble parfait, donc sans points isolés (en exceptant le cas des substitutions linéaires). En un point p de F les fonctions f_n ne peuvent pas former une suite *normale*, au sens de M. Montel; il s'ensuit qu'elles prennent toutes les valeurs sauf deux au plus dans un cercle quelconque de centre p. Pour qu'il y ait une ou deux valeurs exceptionnelles, il faut et il suffit que la substitution se ramène, par une même substitution linéaire effectuée sur z et z_1, à l'une des deux formes

$$z_1 = \text{polynome en } z \qquad (\text{valeur exceptionnelle } \infty)$$

ou

$$z_1 = k\, z^{\pm m} \qquad (\text{valeurs exceptionnelles o et } \infty).$$

Réciproquement, tout point p autour duquel les f_n ne forment pas une suite normale est frontière des domaines tels que D_α ou de ceux qui correspondent à un cycle limite de points périodiques $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p)$ et qu'on définit d'une manière analogue. *S'il y a plus de deux points limites ordinaires ou périodiques, un seul des domaines correspondants peut être d'un seul tenant, les autres étant formés d'une infinité de régions sans connexions entre elles.*

Exemple : $z_1 = z^2 - 1$; on a ici le point limite $z = \infty$ et le cycle limite (o, — 1). Les domaines D_0, D_{-1} sont formés d'une infinité de régions distinctes et simplement connexes. Le domaine D_∞ est au contraire d'un seul tenant. On montre que tout point du plan appartient à D_0, D_{-1}, D_∞ ou à la frontière.

II. Il résulte de ce qui précède que la frontière F est l'ensemble dérivé des antécédents d'un point quelconque du plan autre que les points exceptionnels, s'il y en a. En particulier F est le dérivé de l'ensemble des antécédents d'un quelconque de ses points. Si l'on considère le *domaine restreint* d_α du point α, d'un seul tenant avec α, et sa frontière f, f est dérivé des antécédents d'un de ses points, obtenus par les branches des fonctions inverses des f_n qui ne font pas sortir de d_α.

Parmi les points frontières se trouvent des points doubles à multiplicateur $>$ 1 en module. Il y a en général de tels points, comme il résulte de la relation

$$\sum_{1}^{k+1} \frac{1}{s-1} + 1 = 0,$$

Σ étendue aux points doubles de la substitution, k degré de $f(z)$. Cette relation est en défaut s'il y a un $s = 1$. Si elle a lieu, on en conclut facilement qu'il y a un $|s| > 1$. Soient β un tel point, r un petit domaine entourant β; $r_1, r_2, \ldots, r_n, \ldots$ ses conséquents; pour n assez grand chacun des r_n recouvre tout le plan sauf l'entourage des points exceptionnels, s'il y en a. Même propriété pour les points d'un cycle à multiplicateur > 1.

Quant aux points doubles pour lesquels $s^p = 1$, ils sont en même temps points frontières et points limites.

III. Soit $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p)$ un cycle de points périodiques à multiplicateur < 1. On démontre que l'un au moins des domaines $D_{\alpha_1}, D_{\alpha_2}, \ldots, D_{\alpha_p}$ renferme un point critique de la fonction inverse de $f(z)$ [1]. *Le nombre des cycles de cette espèce est donc limité.* Il en est de même si l'on considère les cycles de multiplicateur inférieur ou égal à 1 en module. Les cycles de points périodiques, étant en nombre illimité, sont, à partir d'un certain rang, à multiplicateur < 1 et font partie de F. Ils sont denses sur F. La propriété énoncée au paragraphe II pour les points β subsiste pour tous les points frontières.

On peut, grâce à cela, préciser ce qui a été dit pour l'exemple de I. Ces domaines partiels qui constituent D_0 et D_1 sont tels que tout point frontière de l'un d'eux est limite d'une infinité de ces petits domaines dont les dimensions linéaires tendent vers zéro. Entre tous ces petits domaines viennent s'infiltrer des points du domaine d'un seul tenant D_∞ sans qu'il soit possible d'entourer aucun d'eux d'un contour appartenant à D_∞ (qui est simplement connexe à proprement parler quand on le représente sur la sphère), sans les entourer tous. On voit combien est compliqué ce mode de division du plan.

IV. Les propositions précédentes sont à rapprocher des cas particuliers déjà étudiés par nous, dont l'étude est d'ailleurs facilitée par la remarque suivante : si la région définie par $|f'(z)| < 1$ appartient au domaine du point double α (à distance finie), tout point qui n'est pas dans D_α est un point frontière ou éventuellement un point de D_∞.

Nous avons donné de nombreux exemples dans lesquels le domaine d'un point α comprend tout le plan, sauf un ensemble parfait discontinu. Il peut

---

[1] Ce fait se déduit aisément des théorèmes de M. Montel sur les suites normales de fonctions analytiques.

arriver aussi que le domaine D_α comprenne tout le plan sauf une frontière formée d'un continu linéaire, par exemple un segment de droite. En voici un exemple simple : soit $P(z)$ le polynome qui exprime $\sin ku$ en fonction de $\sin u = z$ (k impair) ou $\cos ku$ en fonction de $z = \cos u$ (k pair). La substitution $z_1 = P(z)$ possède le point à l'infini comme point limite unique, D_∞ comprenant tout le plan sauf la coupure $(-1, +1)$.

HYDRAULIQUE. — *Sur la détermination des dimensions les plus avantageuses des principaux éléments d'une installation de force hydraulique.* Note de M. **E. Baticle**, présentée par M. C. Jordan.

Soient N_i, Q_i la puissance installée et le débit correspondant; N_m, Q_m la puissance et le débit moyens; Q_{m^2} la moyenne des carrés des débits; H la chute totale brute; h_i et h_m les pertes de charge maxima et moyenne dans le canal de dérivation; h'_i et h'_m les pertes de charge maxima et moyenne dans la conduite forcée; d le diamètre de la conduite de dérivation dans le cas d'une conduite circulaire débitant à pleine section, ou le diamètre d'une conduite circulaire donnant, à pleine section, le même débit et la même perte de charge que le canal de dérivation; d' le diamètre de la conduite forcée, supposée unique pour simplifier l'exposé; l et l' les longueurs de la dérivation proprement dite et de la conduite forcée.

Le coût annuel de l'installation pourra toujours, avec une approximation suffisante, être mis sous la forme

$$P = \alpha + \beta l d + \beta' l' d' + \gamma . 10 H Q_i,$$

les coefficients α, β, β', γ se déterminant d'ailleurs facilement après une étude préalable sommaire. Les valeurs les plus avantageuses de d, d' et Q_i, qu'il s'agit de déterminer, sont celles qui rendent minimum le prix du cheval-an $\frac{P}{N_m}$. Les variables indépendantes étant h_m, h'_m et Q_i dans le cas d'une dérivation en charge, h_i, h'_m et Q_i dans le cas d'un canal à écoulement libre, on écrira que

$$\frac{\partial}{\partial h_m}\frac{P}{N_m} = 0 \quad \left(\text{ou } \frac{\partial}{\partial h_i}\frac{P}{N_m} = 0\right); \qquad \frac{\partial}{\partial h'_m}\frac{P}{N_m} = 0 \quad \text{et} \quad \frac{\partial}{\partial Q_i}\frac{P}{N_m} = 0.$$

On a d'ailleurs les relations

$$N_m = 10 H Q_m - 10(h_m + h'_m) Q_m \qquad \text{(pour une dérivation en charge)},$$
$$N_m = 10 H Q_m - 10(h_i + h'_m) Q_m \qquad \text{(pour un canal à écoulement libre)}$$

avec

$$h_m = cl\frac{Q_{m^2}^2}{d^5} \qquad h'_m = c'l'\frac{Q_{m^2}^2}{d'^5} \qquad \text{et} \qquad h_i = cl\frac{Q_i^2}{d^5}.$$

Les deux premières conditions de minimum donnent, dans le cas d'une dérivation en charge,

$$\text{(1)} \qquad \frac{P}{N_m} = \frac{1}{5}\,\frac{\beta ld}{10 h_m Q_m} = \frac{1}{5}\,\frac{\beta' l' d'}{10 h'_m Q_m},$$

d'où

$$\text{(2)} \qquad \frac{P}{N_m} = \frac{\alpha + \gamma.10HQ_i}{10(H - 6z)Q_m},$$

en appelant z la perte de charge totale. En annulant la dérivée de cette nouvelle expression de $\frac{P}{N_m}$, par rapport à Q_i, on a

$$(\alpha + \gamma.10HQ_i)\frac{\partial Q_m}{\partial Q_i} = \gamma.10HQ_m.$$

Or le régime du cours d'eau étant naturellement supposé connu, on peut construire la courbe des débits ordonnés par rapport à leur durée. Q_i est donc une fonction du nombre de jours n pendant lequel il est assuré. On a d'ailleurs

$$dQ_m = \frac{n}{365}\,dQ_i \qquad \text{et} \qquad dQ_{m^2}^2 = \frac{n}{365}\,dQ_i^2,$$

d'où Q_m et Q_{m^2} en fonction de n. En tenant compte de la valeur de dQ_m, la troisième condition de minimum s'écrira

$$\text{(3)} \qquad \alpha + \gamma.10HQ_i = \gamma.10HQ_m\,\frac{365}{n}.$$

Telle est l'équation fondamentale qui détermine le débit maximum le plus favorable de l'installation. Les relations (1) s'écrivant d'ailleurs

$$\text{(4)} \qquad \frac{P}{N_m} = \frac{\beta d^6}{50c\,Q_{m^2}^2 Q_m} = \frac{\beta' d'^6}{50c'\,Q_{m^2}^2 Q_m} = \frac{\alpha + \gamma.10HQ_i}{10Q_m(H - 6z)},$$

on pourra facilement calculer d et d' par approximations successives en partant de $z = 0$; avec les valeurs de d et d' on aura une nouvelle valeur de z, d'où une deuxième valeur de d et d'; et ainsi de suite. Les valeurs approchées successives convergent rapidement. On remarque qu'on a

$$\frac{d}{d'} = \sqrt{\frac{\beta'}{c'} : \frac{\beta}{c}} = \text{const.}$$

Dans le cas d'un canal à écoulement libre, les relations (1) sont remplacées par les suivantes :

$$(1') \qquad \frac{P}{N_m} = \frac{1}{5}\,\frac{bld}{10\,h_i Q_m} = \frac{1}{5}\,\frac{\beta' l' d'}{10\,h'_m Q_m}.$$

Les relations (2) et (3) subsistent et les relations (4) deviennent

$$(4') \qquad \frac{P}{N_m} = \frac{\beta d^6}{50\,c\,Q_i^2 Q_m} = \frac{\beta' d'^6}{50\,c' Q_{m^2}^2 Q^m} = \frac{\alpha + \gamma . 10\,H Q_i}{10\,Q_m (H - 6z)}.$$

L'équation (3) est absolument générale; elle s'applique au cas d'une usine accolée au barrage, avec conduite forcée ($l = 0$, $l' \neq 0$) et au cas d'une usine accolée au barrage avec accès direct de l'eau aux turbines ($l = 0$, $l' = 0$).

On remarquera que les équations (1) et (1') peuvent s'écrire

$$(5) \qquad \frac{\beta ld + \beta' l' d'}{P} = 5\,\frac{z}{H - z}.$$

D'où nous concluons que : *dans une installation réalisant le minimum du prix de revient du cheval-an, le rapport du coût annuel de la dérivation totale (canal et conduite forcée) au coût annuel de l'installation est le quintuple de la perte de charge moyenne relative.*

ÉLASTICITÉ. — *Sur la démonstration rigoureuse des formules des poutres et des plaques.* Note de M. **Mesnager**, transmise par M. Blondel.

Les différents auteurs, qui ont fait application des séries aux calculs des formules d'élasticité pour les poutres et les plaques épaisses ([1]), ont tous admis implicitement, du moins dans ce que j'ai lu d'eux, qu'une série, qui est uniformément convergente dans un certain domaine et seulement convergente sur la frontière, ne présente pas de discontinuité entre ce domaine et sa frontière. Je vais montrer par un exemple que cette supposition *n'est pas toujours vraie*. Je donnerai ensuite un moyen d'établir les formules d'une façon *rigoureuse*, qui a en même temps l'avantage de les remplacer, partie par une expression en termes finis, partie par une série *plus rapidement* convergente et représentant une fonction continue dans le domaine et aux frontières.

([1]) M. Ribière, *Thèse*, 1888; Gounouilhou, Bordeaux. — M. Filon, *Philosophical Transactions*, juin 1902.

Soit la série

$$z = \sum_m f(y, m) \cos mx.$$

$f(y, m)$ étant une fonction continue. Je définis cette fonction de la façon suivante : y étant fixe, quand m varie d'une façon continue pour $m \leqq y$, $f(m, y) = 1$; pour $y \leqq m \leqq y + 1$, $f(m, y) = 1 - (m - y)$; pour $m \geqq y$, $f(m, y) = 0$. Dans le domaine $0 < y < +\infty$ la série est convergente, car le coefficient a un signe constant et pour limite 0. La série est uniformément convergente de 0 à $y = Y$, car le reste est constamment nul quand le rang du terme est plus grand que Y. La fonction est donc continue dans ce domaine.

Pour $y = \infty$, on a

$$z = \sum_m \cos mx = -0.5.$$

d'après la règle de la moyenne arithmétique.

Or on peut montrer que la série ne tend pas vers cette limite (même en lui appliquant la même règle, ce qui ne change pas sa somme, quand la série est convergente). La somme de celle-ci se compose en effet, pour toutes les valeurs entières de y, de la somme de m cosinus d'arcs en progression arithmétique, somme dont l'expression est de la forme

$$A \sin(m + 1,5)x - 0,5.$$

La valeur de la série oscille donc constamment de $-0,5 + A$ à $-0,5 - A$, lorsque y varie. *Elle n'a donc pas de limite.* Il y a donc *discontinuité* entre la valeur de la fonction lorsque x croît de plus en plus et la valeur à la frontière $y = \infty$.

Les formules obtenues jusqu'à présent sont donc douteuses.

Procédé rigoureux. — 1° Je considérerai l'action de forces isolées; le cas de forces réparties peut s'en déduire par sommation. Les formules si remarquables de M. Boussinesq pour le solide indéfini, limité à un plan, sollicité par une force isolée, sont utilisables pour l'étude des solides limités à deux plans, à condition d'exercer sur le second plan les tensions données par les formules du solide indéfini. On peut appliquer, si l'on veut, un nombre quelconque d'efforts sur l'une ou l'autre surface du solide limité à deux plans, à condition de toujours faire correspondre sur la face opposée à chaque effort les tensions données par les formules du solide indéfini.

2° Je puis ensuite ajouter, sur les surfaces, des tensions égales et de signe contraire à celles que j'ai fait correspondre aux efforts isolés. Si je réussis à résoudre le problème de l'équilibre sous ces tensions au moyen de séries uniformément convergentes partout, en additionnant les solutions correspondant à tous les problèmes partiels envisagés, j'aurai résolu *rigoureusement* le problème relatif à l'action des efforts isolés donnés, car toutes les autres tensions extérieures auront disparu.

Première application. — *Cas le plus simple : Élasticité à deux dimensions, problème de la poutre sollicitée symétriquement par rapport à l'origine et à son axe longitudinal.*

1° Je considère un solide indéfini, formé des points $y \geqq 0$, sollicité par des forces normales, dirigées vers l'extérieur, appliquées aux points $x = \mathrm{K}a$, $y = 0$ (K nombre entier quelconque) et y déterminant les tensions de M. Boussinesq. Je détermine directement les tensions par leurs formules générales en séries trigonométriques de période a, en les astreignant aux mêmes valeurs sur $y = 0$ et à l'infini

$$(1)\quad \begin{cases} \mathrm{N}_1 = \dfrac{\mathrm{F}}{a} + \dfrac{2\mathrm{F}}{a} \displaystyle\sum_{n=1}^{n=\infty} (1 - n\mathrm{Y})\, e^{-n\mathrm{Y}} \cos n\mathrm{X}, \\ \mathrm{N}_2 = \dfrac{\mathrm{F}}{a} + \dfrac{2\mathrm{F}}{a} \displaystyle\sum_{n=1}^{n=\infty} (1 + n\mathrm{Y})\, e^{-n\mathrm{Y}} \cos n\mathrm{X}, \\ \mathrm{T} = \dfrac{2\mathrm{F}}{a} \displaystyle\sum_{n=1}^{n=\infty} n\mathrm{Y}\, e^{-n\mathrm{Y}} \sin n\mathrm{X}. \qquad \text{avec} \quad \mathrm{X} = \dfrac{2\pi x}{a}, \qquad \mathrm{Y} = \dfrac{2\pi y}{a}. \end{cases}$$

Cette manière d'obtenir ces séries donne lieu à l'objection précédemment développée. On peut la lever de la façon suivante. Les premiers termes des séries des N sont la partie réelle, de la puissance $n(-\mathrm{Y} + i\mathrm{X})$ de e. On peut donc obtenir la somme de leurs séries par la formule des progressions géométriques. Par dérivation des deux membres des formules réelles ainsi déterminées, on obtient la somme des seconds termes des séries des N et celle de la série de T. Tous calculs faits, le système (1) devient

$$(2)\quad \begin{cases} \mathrm{N}_1 = \dfrac{\mathrm{F}}{a} \left[\dfrac{\mathrm{sh}\,\mathrm{Y}}{\mathrm{ch}\,\mathrm{Y} - \cos\mathrm{X}} - \mathrm{Y} \dfrac{\cos\mathrm{X}\,\mathrm{ch}\,\mathrm{Y} - 1}{(\mathrm{ch}\,\mathrm{Y} - \cos\mathrm{X})^2} \right], \\ \mathrm{N}_2 = \dfrac{\mathrm{F}}{a} \left[\dfrac{\mathrm{sh}\,\mathrm{Y}}{\mathrm{ch}\,\mathrm{Y} - \cos\mathrm{X}} + \mathrm{Y} \dfrac{\cos\mathrm{X}\,\mathrm{ch}\,\mathrm{Y} - 1}{(\mathrm{ch}\,\mathrm{Y} - \cos\mathrm{X})^2} \right], \\ \mathrm{T} = \dfrac{\mathrm{F}}{a} \mathrm{Y} \dfrac{\sin\mathrm{X}\,\mathrm{sh}\,\mathrm{Y}}{(\mathrm{ch}\,\mathrm{Y} - \cos\mathrm{X})^2}, \end{cases}$$

expressions en termes finis, continues, sauf pour $\operatorname{ch} Y - \cos X = 0$, c'est-à-dire pour les points d'application des forces. En dehors de ces points, elles coïncident avec les valeurs (1) même, ainsi qu'on le vérifie facilement, sur la frontière $y = 0$; donc les séries (1) ne peuvent présenter de discontinuité à cette frontière. Par raison de symétrie, les forces aux points de discontinuité $x = Ka$, $y = 0$ sont toutes égales entre elles et normales à $y = 0$, donc elles sont égales à F, puisqu'à l'infini la pression se réduit à $F : a$.

Je développerai ailleurs ce qui concerne le cas 2°.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le deuxième trimestre de* 1917. Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Il y a eu 86 jours d'observations dans ce trimestre, et l'on en déduit les principaux faits que voici :

Taches. — A part une grande accalmie dans la première décade du mois d'avril, la production des taches, dans ce trimestre, a été non seulement très active, mais elle s'est accrue, malgré une surface totale moindre, que l'absence de formations aussi importantes que les grands groupes de janvier et février explique, puisqu'ils entraient pour plus d'un tiers dans l'aire totale du premier trimestre (1). On a, au total, enregistré 98 groupes et 8461 millionièmes, au lieu de 89 groupes et 9162 millioniėmes.

Dans leur répartition entre les deux hémisphères, on note 48 groupes au Sud et 50 au Nord, au lieu de 30 et 59 respectivement.

La latitude moyenne des taches est restée stationnaire, d'une part, à $-17°,4$ et a diminué, d'autre part, en passant de $+15°,8$ à $+13°,6$.

Régions d'activité. — On a noté 183 groupes de facules avec une aire totale de 241,3 millièmes, au lieu de 147 groupes et 178,7 millièmes.

L'augmentation de ces phénomènes a été d'environ un tiers dans l'hémisphère austral (86 groupes au lieu de 59), et d'un dixième seulement dans l'hémisphère boréal (97 groupes au lieu de 88).

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 232.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1917. — 0,00.			
3- 7	4	4,5	−20		6
6-10	4	5,2		+15	12
5- 7	3	5,4	−19		5
8	1	7,3	− 7		4
2- 8	5	8,6		+ 5	20
14	1	11,4		+18	3
11-20	10	14,3		+18	318
9-19	11	15,1	− 9		43
11-19	9	15,2	−14		30
11-22	12	16,7		+10	581
11-22	12	17,1	−17		37
15	1	18,8	−26		7
13-15	3	18,8	−14		19
14-19	5	19,2		+ 7	31
20	1	19,2	−23		2
14-23	10	19,4	− 9		41
20-23	2	19,7		+21	3
14-26	13	20,0	−28		43
19-26	8	21,1		+20	56
16-27	12	22,3		+18	278
26	1	23,8		+ 7	10
19-21	3	23,9	−16		7
19-30	12	25,1		+12	181
25-26	2	26,9		+ 7	3
25- 2	6	27,1		+23	16
24- 4	11	28,7	−18		177
	30 j.		−16°,9	+13°,2	
		Mai. — 0,00.			
28-30	3	1,2	−13		8
26- 7	12	1,5	−21		312
3- 8	6	2,5		+17	55
26- 5	10	2,6	−22		51
30- 4	4	4,4	−23		22
29-10	11	5,4	−18		142
1- 7	5	6,0		+13	7
1-10	10	6,3	−20		48
3- 7	5	8,4		+17	7
7-15	9	10,3	−12		95
5-17	13	11,6		+18	117
7-19	12	13,3		+ 9	280
7- 9	3	13,4		+23	11
		Mai (suite).			
10-19	9	14,3	−16		172
13-19	6	14,8		+ 9	55
12-17	5	17,6	−28		68
13-19	6	18,3		+18	12
24	1	18,8	−21		45
14-25	7	19,1		+18	94
15-23	6	19,6		+ 6	135
17-24	5	19,9	−18		47
17-26	7	21,4		+10	111
25-26	2	22,5		+10	15
26-27	2	23,7		+ 8	8
24-27	4	24,8	−22		24
23-25	3	27,5	−18		12
2	1	27,9		+15	33
23- 3	10	28,5	−25		293
23- 1	7	28,9		+ 6	86
26- 2	6	29,1	−23		138
23- 3	10	29,1		+16	91
25- 3	8	29,8		+15	23
24- 5	11	30,0	− 5		266
26- 1	4	31,6		+14	16
25- 6	11	31,6	−15		283
26- 6	10	31,6	− 6		97
	26 j.		−18°,1	+13°,4	
		Juin. — 0,00.			
27- 7	10	2,0	−16		198
29-31	2	2,5	−20		50
7	1	3,3		+ 3	5
7	1	3,5		+20	5
4-11	8	5,8	− 9		97
11	1	6,2		+21	18
31-12	13	6,6	−22		109
6	1	8,5		+16	6
9-14	6	8,7		+15	85
3-15	13	9,3		+10	106
4-15	12	10,5	−11		70
13	1	10,6	−22		3
16	1	12,8	−28		4
7-17	10	13,6	−24		34
8-20	13	14,4		+19	342
14-19	6	14,9	− 3		24

TABLEAU I. — *Taches* (suite).

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juin (suite).			
9-20	12	15,0		+ 7	63
9-20	12	15,1	—14		286
15	1	16,0		+17	3
11-22	12	17,8	—19		122
16-24	8	19,5		+18	53
15-25	11	19,6		+13	257
14-25	12	20,5		+10	128
27-28	2	22,4		+13	15
17-29	13	23,4		+13	360
19- 1	13	25,3	—24		220
19-30	12	25,4	— 8		111
26-30	5	26,1	—22		17
21- 2	12	26,6		+10	155
12-22	2	26,8		+18	17
26-27	2	27,3		+ 5	5
24-25	2	27,3	— 9		10
23- 5	13	29,4		+18	212
26-28	3	29,5	—22		17
29-30	2	29.6	—14		18
26- 5	10	30,0		+10	24
	30 j.		—16°,9	+13°,5	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1917.	Sud. 90°-40°.	Sud. 40°-30°.	Sud. 30°-20°.	Sud. 20°-10°.	Sud. 10°-0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°-10°.	Nord. 10°-20°.	Nord. 20°-30°.	Nord. 30°-40°.	Nord. 40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril.......	»	»	3	7	3	13	13	5	6	»	»	»	26	1933
Mai.........	»	»	8	8	2	18	18	7	10	1	»	»	36	3279
Juin.......	»	»	7	6	4	17	19	7	11	1	»	»	36	3249
Totaux....	»	»	18	21	9	48	50	19	27	4	»	»	98	8461

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1917.	Sud. 90°-40°.	Sud. 40°-30°.	Sud. 30°-20°.	Sud. 20°-10°.	Sud. 10°-0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°-10°.	Nord. 10°-20°.	Nord. 20°-30°.	Nord. 30°-40°.	Nord. 40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril.......	»	»	9	13	4	26	36	5	15	10	5	1	62	78,8
Mai.........	»	1	10	14	3	28	30	8	12	6	4	»	58	84,6
Juin........	»	3	13	11	5	32	31	8	16	4	2	1	63	77,7
Totaux....	»	4	32	38	12	86	97	21	43	20	11	2	183	241,3

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *La fabrication des briques de silice.* Note de M. **Philippon**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Au cours de recherches poursuivies à l'usine des Dunes, pendant les années 1916 et 1917, nous nous sommes proposé de définir, par des mesures précises, les conditions dont dépend la qualité des briques de silice, c'est-à-dire de faire l'étude scientifique de leur fabrication. Les

résultats numériques de nos mesures, les tableaux graphiques les représentant, et les photographies des échantillons seront donnés ultérieurement dans un Mémoire détaillé. Nous reproduirons seulement ici les conclusions de ces recherches.

Les qualités mesurées ont été : la résistance mécanique à l'écrasement, après dessiccation et après cuisson, le gonflement pendant la cuisson et la température de fusion. Enfin des essais d'emploi dans les fours à acier ont servi à contrôler les résultats des expériences de laboratoire.

Ces qualités ont été rapprochées des conditions dont elles dépendent : nature des quartz, finesse de broyage, proportion de chaux employée et d'eau du gâchage, température de cuisson.

Les essais ont porté sur des quartz du Massif central en gros cristaux, sur des quartz rubannés de l'Allier, des quartzites de Normandie et des grès du Pas-de-Calais.

La matière à mouler était malaxée avec un lait de chaux, pendant dix minutes, dans un broyeur à meule. Chaque essai était effectué avec 200^{kg} de matière. Les briques étaient ensuite moulées à la main. Elles étaient séchées sur des plaques de fonte, à une température d'environ 100°, puis cuites à 1300° dans un four à flamme renversée.

Les essais de compression ont été faits en plaçant deux demi-briques l'une au-dessus de l'autre, suivant la technique du Conservatoire des Arts et Métiers.

Pour les essais de fusion nous avons découpé dans les quartz ou dans les briques d'essais des montres de même volume que les montres témoin. L'ensemble des montres placé dans un cylindre de corindon a été chauffé progressivement dans un four à acétylène et air comprimé ou oxygène.

Les températures de cuisson ont été contrôlées à l'aide du pyromètre Le Chatelier.

Les conclusions de nos études sont les suivantes :

1° La résistance à la compression des briques après séchage et après cuisson est d'autant plus grande que les quartz qui les composent sont plus finement pulvérisés. Par exemple, les briques faites en farine impalpable, avec une addition de 2 pour 100 de chaux, ont donné 18^{kg} de résistance après séchage et 320^{kg} après cuisson. Des briques semblables composées de grains passant au tamis 100 et restant sur le tamis 120 (grains d'environs 0^{mm},13), ont donné une résistance inférieure à 2^{kg} après séchage et 16^{kg} seulement après cuisson à 1300°.

2° Tous les quartz étudiés, très différents comme aspect physique et comme origine géologique, sont susceptibles de donner des briques résistantes, à condition qu'ils soient réduits en éléments impalpables. La résistance minimum trouvée dans nos essais pour des briques faites avec ces quartz impalpables a été de 200^{kg} par centimètre carré pour une variété de quartz.

3° Le gonflement ou dilatation à la cuisson des briques formées de grains identiques est d'autant plus grand que les grains sont plus gros.

Le gonflement des briques formées de poudre impalpable est pratiquement nul.

4° La résistance des briques après séchage et après cuisson est d'autant plus grande que la quantité d'eau ajoutée à la pâte est plus élevée.

5° Toutes choses égales d'ailleurs, la résistance des briques après séchage varie comme la quantité de chaux ajoutée.

La résistance des briques après cuisson croît jusqu'à 1 pour 100 de chaux. Elle reste sensiblement constante entre 1 et 2 pour 100 et semble décroître au delà de 2 pour 100.

Pour l'un des quartz essayés par exemple, nous avons trouvé :

110^{kg}	pour les briques faites	sans addition de chaux,
280^{kg}	»	avec 1 pour 100 de chaux,
300^{kg}	»	avec 2 pour 100 de chaux.
260^{kg}	»	avec 2.5 pour 100 de chaux.

6° Chaque unité de chaux ajoutée au quartz abaisse son point de fusion d'environ 20°.

Nous avons enfin étudié les phénomènes de durcissement des briques de silice sous l'action de la chaleur. Nous avons cuit, à des températures croissantes, des briques formées de quartz impalpable et d'autres briques formées de grains passant au tamis 100 et restant sur le tamis 120. Le moulage était fait avec une addition de 2 pour 100 de chaux.

Nous avons constaté que les briques faites en impalpable commençaient à durcir dès 800°. A 1200°, elles donnaient 190^{kg} de résistance par centimètre carré et, à 1300°, 270^{kg}.

Au contraire, les briques formées de grains plus grossiers n'ont commencé à durcir qu'au-dessus de 1100° et, à 1300°, elles n'avaient qu'une résistance de 70^{kg}.

Dans une dernière série d'essais nous avons moulé un grand nombre de

briques en faisant varier les proportions relatives de l'impalpable et des grains, ainsi que la grosseur des grains. Nous avons trouvé que les briques les moins fusibles étaient celles qui renfermaient le minimum d'impalpable. La dimension maximum des gros grains à admettre dans une bonne brique nous a paru être de 8^{mm}.

Comme conclusion de tous ces essais, nous avons réalisé une brique qui constitue notre fabrication courante actuelle.

Les matières premières employées dans nos fabrications sont des quartz à gros éléments cristallins, des quartzites ou des grès. Ces substances ont au minimum 96 pour 100 de silice.

Les briques fabriquées avec l'un ou l'autre des quartz paraissent sensiblement équivalentes. Ces mêmes quartz nous donnaient autrefois des briques de valeur très différente, qui étaient quelquefois franchement mauvaises et de plus très difficiles à cuire quand nous n'avions pas la possibilité de les constituer avec une certaine fraction d'impalpable.

Ces briques qui recevaient à l'époque 2 pour 100 de chaux étaient beaucoup plus fusibles que nos briques actuelles, qui ne reçoivent qu'une addition totale de 0,6 pour 100 de chaux, soit 2 pour 100 dans la farine.

Nos briques sont formées de 30 pour 100 d'impalpable et de 70 pour 100 de grains de 1^{mm} à 8^{mm}.

Les briques sont cuites à 1300° dans un four tunnel; elles ont une résistance de 200^{kg} à 250^{kg} par centimètre carré, un gonflement moyen à la cuisson de 1,6 pour 100, une densité absolue inférieure à 2,4, une densité apparente de 1,9 environ.

Leur point de fusion est d'environ 1780°.

Ces briques ont supporté jusqu'ici plus de 200 coulées au four Martin et nous espérons qu'elles permettront de dépasser 300 coulées.

Elles sont enfin couramment employées dans les fours des forges où elles ont avantageusement remplacé les briques alumineuses utilisées jusqu'ici.

GÉOLOGIE. — *Les collines enregistreuses du Massif central: La colline archéo-granitique, houillère, oligocène, phonolitique, glaciaire et alluviale de Bort (Corrèze).* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Pierre Termier.

Le Massif central possède, en dehors des *collines témoins* bien connues de sa périphérie, un certain nombre d'autres collines, de constitution plus

complexe et particulièrement instructives en ce qu'elles ont enregistré plusieurs des principaux événements dont ce massif a été le théâtre dans la série des temps géologiques. Je les désignerai sous le nom de *collines enregistreuses*, et la colline de Bort peut en être prise comme le *type synthétique* le plus remarquable.

Cette colline est célèbre par la coulée de phonolite qui la couronne et par sa colonnade de prismes (orgues), de 80^{m} de haut, qui, sur un front de 1500^{m}, domine la ville de Bort et la Dordogne de plus de 350^{m}. Mais elle présente en outre un grand nombre de caractères géographiques et géologiques.

A cheval sur la grande traînée houillère qui divise le Massif central en deux secteurs actuellement si différents : le secteur occidental qui est resté *Plateau central* du début du Tertiaire, relativement peu modifié, et le secteur oriental, qui, avec ses lacs tertiaires, ses volcans, ses glaciers, est le vrai *Massif central*, la colline de Bort constitue, ainsi que M. Boule l'a bien mis en lumière, un observatoire de premier ordre. Elle se dresse en effet au centre de l'*hémicycle volcanique de* 80^{km} comprenant les trois plus grands volcans de la France (Mont-Dore, Cézallier et Cantal), tandis qu'elle a vue à l'Ouest sur le Plateau corrézien.

Par suite de cette situation privilégiée, cette colline *a constitué* un centre de *convergence* pour les coulées occidentales des volcans précités et pour les *glaciers* qui vinrent ensuite les recouvrir et atteindre la colline elle-même, sur laquelle, après avoir contribué à la polir et à l'isoler de la contrée environnante, ils abandonnèrent des moraines, à plusieurs niveaux.

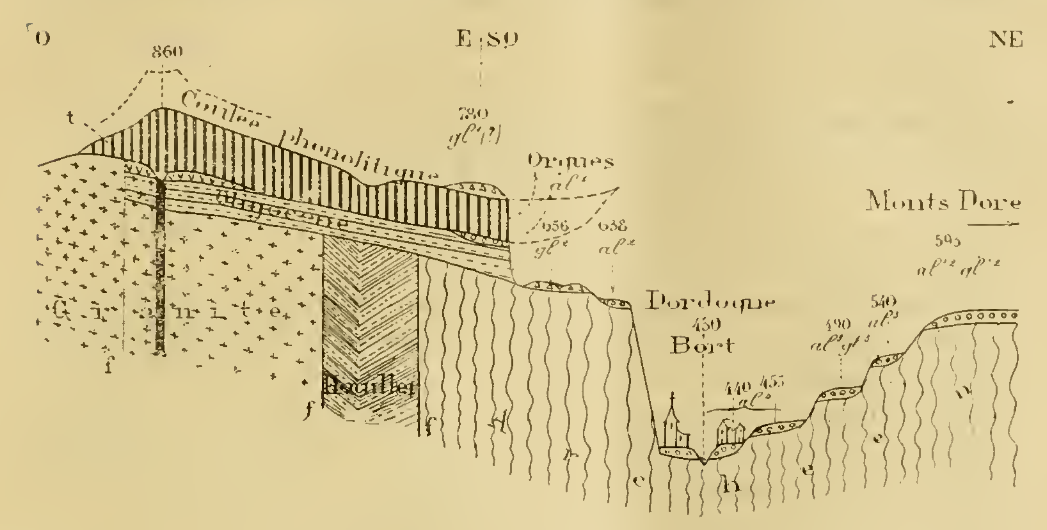
Le travail d'usure et de mise en relief fut complété pendant les *périodes interglaciaires* par les rivières et les torrents issus des mêmes régions volcaniques, qui ont laissé leurs traces sous forme de six terrasses étagées sur les flancs de la colline.

Cette triple convergence de laves, de glaciers, de rivières et de torrents glaciaires vers Bort a conduit à l'état de choses actuel. Et il me paraît utile de souligner que, si cette ville est devenue ainsi un *nœud hydrologique important*, elle est en voie de devenir également un nœud de voies ferrées et, ainsi que je le montrerai bientôt, le *centre* le plus considérable de *houille blanche du Massif central*.

On a là un des plus beaux exemples de liaison entre la géologie et la géographie, et de préparation à la vie industrielle et économique d'une région par les agents physiques.

Voici les caractères les plus saillants de la colline de Bort. Le *substratum*

est formé par le *Houiller*, effondré entre des failles et encadré à l'Ouest par du granite, à l'Est par des schistes à séricite et des gneiss (il est schématisé sur la coupe). L'ensemble du support est recouvert presque entièrement par des *argiles sableuses oligocènes* signalées par M. Boule, argiles butant par failles (f) à l'Ouest, contre le granite, dans lesquelles j'ai recueilli des nodules calcaires et dont l'épaisseur atteint 60^{m}. L'*Oligocène* qui constitue une grande partie du substratum immédiat de la coulée phonolitique, qui l'a protégé contre l'érosion et permis sa conservation, faisait partie de



Coupe brisée de la colline de Bort et de ses environs.

dépôts très étendus puisqu'on les observe sur plus de 150^{km} depuis Aurillac, Mauriac, Pontaumur, Manzat, jusqu'à la Limagne, à Ebreuil.

Des lambeaux avaient été figurés par Fouqué et M. de Launay, et j'en ai observé plusieurs autres superposés également au Houiller, notamment entre Sarroux et la Vedrenne, à Chomadoux, près Messeix, à Pontaumur. L'étude de cet ensemble me permet de conclure qu'une *dépression* fut *reconstituée à l'Oligocène*, sur *l'emplacement* du *grand chenal houiller* qui traverse le Massif Central et qu'on ne trouve plus que des lambeaux de cette importante formation.

La coulée de phonolite s'étendit au Mio-Pliocène (?) dans la dépression oligocène, suivie en partie déjà par la première Dordogne, ainsi que le prouvent les alluvions (al^{1}) situées sous les orgues.

Contrairement à ce qu'on observe pour les émissions de laves phonoli-

tiques, qui ont généralement une origine péléenne, *il y eut* ici un *volcan à cratère*, car il existe, à la base même de la coulée, des *tufs de projection phonolitiques* (*p*).

Il y eut également formation d'un *lac de barrage*, dont le niveau supérieur s'élevait à 350^m au-dessus de la Dordogne actuelle, lac qui ne tarda pas à être remblayé.

A partir du Pliocène moyen, jusqu'au Quaternaire supérieur, des dépôts glaciaires et alluviaux, correspondant à une érosion progressive, vont se succéder depuis l'altitude 780 jusqu'à l'altitude 430.

Les premiers sont constitués par une formation (gl^1) signalée par M. Boule et recouvrant toute la partie supérieure des orgues. Elle me paraît représenter une *moraine superficielle* qui serait la *plus ancienne* du Massif Central. Je la synchronise provisoirement avec le *Güntzien*. Elle est formée par un mélange de blocs de gneiss à cordiérite, de granite, de phonolite, peu ou pas roulés, de blocs plus volumineux (0$^{m^3}$,5) émoussés ou très roulés de basalte et d'andésite des Monts-Dore.

La Dordogne creusa ensuite son lit à travers la coulée, l'Oligocène, et atteignit le substratum archéen sur lequel on observe au Nord-Est (alt. 656) des *buttes moutonnées* et des restes de *moraines* (gl^2) avec gros blocs de gneiss et de basalte, correspondant, dans l'hypothèse ci-dessus, au *Mindélien*, (1re phase), tandis qu'au Nord (alt. 638^m-624^m) s'étend, sous les Hautes Aubazines, une importante *terrasse alluviale* (al^2).

Les autres dépôts (sauf le dernier) n'existent que sur la rive gauche de la Dordogne, car la colline de Bort constitua un escarpement de plus en plus accentué sur le bord concave de la rivière (r. d.). On y relève une première *terrasse fluvio-glaciaire* (al'^2 gl'^2, alt. 593^m) se reliant au grand *plateau alluvio-glaciaire* de Lanobre-La Pradelle, figuré en partie par Fouqué et dont M. Boule a montré le passage à de puissantes moraines s'étendant vers les Monts Dore (glaciaire des Plateaux de M. Boule). Ces dépôts pourraient peut-être caractériser une *deuxième phase Mindélienne* (la principale).

Viennent ensuite des restes de terrasses aux altitudes 540^m, 450^m, 456^m et 440^m (terrasses de 110^m, 60^m, 26^m, 10^m-15^m) (chiffres rectifiés de ma dernière Note). La dernière (*basse terrasse*) sur laquelle est bâtie une partie de la ville de Bort, correspond au *Würmien* (le *Rissien* serait représenté par l'importante terrasse de 60^m), car elle est en connexion avec des formations glaciaires jusqu'à Bort.

Les derniers glaciers quaternaires des Monts Dore et du Cantal dépassèrent donc Bort. Celui de la Rhue, qui paraît avoir été le plus considérable,

mesurait plus de 40^{km}; *il était donc plus long que le plus grand glacier alpin actuel* (glacier d'Aletsch dont la longueur n'atteint que 25^{km}).

Les attributions des niveaux supérieurs pourront, sans doute, être mieux précisées par des arguments paléontologiques, mais je crois avoir établi que la colline de Bort porte les traces ou les restes de *quatre phases glaciaires* et de *trois phases interglaciaires*. Comme elle a enregistré en outre des *mouvements permo-triasiques*, *anté-oligocènes*, *et post-oligocènes* et qu'elle ne comprend pas moins de *quinze formations géologiques différentes*, on peut dire qu'elle offre en grand intérêt et qu'elle est probablement *la plus variée du Massif Central.*

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Perturbations de la déclinaison magnétique à Lyon (Saint-Genis-Laval) pendant le deuxième trimestre de* 1917. Note de M. **Ph. Flajolet**, présentée par M. B. Baillaud.

Le dépouillement des courbes du déclinomètre Mascart, pendant le deuxième trimestre de 1917, fournit la répartition suivante des jours perturbés :

Échelle.		Avril.	Mai.	Juin.	Totaux du trimestre.
0	Jours parfaitement calmes....	6	4	8	18
1	Perturbations de 1′ à 3′.....	4	12	6	22
2	» 3′ à 7′.....	10	8	10	28
3	» 7′ à 15′.....	9	7	6	22
4	» 15′ à 30′.....	1	0	0	1

Il n'y a eu qu'un seul jour de forte perturbation (18′), le 6 avril.

BOTANIQUE. — *Sur l'étamine et le développement du pollen des Sauges.* Note [1] de M. **Paul Guérin**, présentée par M. Guignard.

Les Sauges, au nombre de 500 espèces environ, ont été particulièrement bien étudiées par J. Briquet [2]. Il les a groupées en huit sous-genres, les caractères de l'étamine servant surtout de base à cette classification. D'après

(1) Séance du 3 décembre 1917.

(2) J. Briquet, *Die natürlichen Pflanzenfamilien* (Engler et Prantl), *Labiatæ*, IV, 3 A, 1897, p. 270-286.

cet auteur, la branche inférieure du connectif, ou *rectiaire*, porterait, chez certaines espèces. une loge plus ou moins rabougrie; chez d'autres, une loge pourvue de pollen. La loge en question serait à moitié avortée, un peu pollinifère dans le *Salvia officinalis* L.

La plupart des auteurs classiques semblent n'avoir pas tenu compte de ces observations et mentionnent encore, dans l'anthère des Sauges, même chez la Sauge officinale, l'existence d'une seule loge fertile; la seconde loge serait stérile, l'étamine ne comportant, dans ces conditions, que deux sacs polliniques. Les recherches que nous venons de poursuivre nous paraissent de nature à élucider, d'une façon définitive, la question du degré de fertilité de la loge portée par la branche inférieure du connectif chez certaines espèces du genre *Salvia*.

Examinons, tout d'abord, le développement de la loge normale, portée par le bras supérieur du connectif ou *pollinateur*.

En deux régions opposées de l'anthère, une première division tangentielle de plusieurs cellules sous-épidermiques isole, vers l'intérieur. suivant la règle habituelle, une rangée de cellules-mères primordiales du pollen. La nouvelle assise sous-épidermique se cloisonne de même que précédemment et, des deux assises ainsi constituées, l'interne se subdivise à son tour pour donner, intérieurement, l'assise nourricière. Entre cette dernière et l'épiderme, il n'existe ainsi que deux assises : l'assise transitoire, à cellules toujours très petites, et la future assise mécanique.

Les cellules-mères primordiales, isolées dès le premier cloisonnement de l'assise sous-épidermique, ne se subdivisant pas ultérieurement chez certaines espèces, constituent finalement, sur la coupe transversale, *une seule rangée de cellules-mères définitives du pollen*. On compte une vingtaine de ces cellules chez *S. splendens* Sell., 20 à 25 chez *S. officinalis* L., *S. verticillata* L., *S. cacaliæfolia* Benth., et 30 environ dans les *S. interrupta* Sch., *S. napifolia* Jacq., *S. canariensis* L.

Chez d'autres Sauges (*S. semiatrata* Zucc., *S. confertiflora* Pohl. *S.*, *longistyla* Benth.), les cellules-mères primordiales se cloisonnent de façon à donner *deux rangées de cellules-mères définitives du pollen*.

Dans l'un et l'autre cas, ces cellules sont disposées en un arc à branches rapprochées en forme d'U, séparées par un mamelon, toujours très développé, de cellules parenchymateuses, analogues à celles du tissu du connectif, constituant l'organe désigné par A. Chatin ([1]) sous le nom de *placentoïde* et représenté par cet auteur chez *S. fulgens* (?).

Les cellules de l'assise nourricière, plus ou moins grandes suivant les espèces, acquièrent toujours, en définitive, un développement plus considérable au voisinage du placentoïde où elles se montrent très allongées, dans le sens radial, au stade de la première division des cellules-mères définitives du pollen. Leurs noyaux, le plus

([1]) Ad. Chatin, *De l'Anthère*, p. 45-50, pl. XVII; Paris, 1870.

souvent au nombre de 2, quelquefois de 3, rarement de 4, sont habituellement pourvus de plusieurs nucléoles; distincts, à l'origine, ces noyaux se fusionnent fréquemment, dans la suite, en une masse plus ou moins confuse.

La résorption successive de l'assise transitoire et de l'assise nourricière est suivie, très tardivement, de celle, à peu près complète, des placentoïdes.

A la maturité de l'anthère, le grain de pollen n'est pourvu que de deux noyaux, l'un végétatif, l'autre générateur, la division de ce dernier ne devant s'effectuer que dans le tube pollinique.

Parmi les Sauges dont la seconde loge est considérée par certains auteurs comme stérile, par d'autres, comme rabougrie, ou faiblement pollinifère, la Sauge officinale peut être choisie pour l'étude du développement de cette seconde moitié de l'anthère.

Le développement s'effectue, chez cette espèce, d'une façon identique, et en parfaite concordance, dans les deux loges d'une même anthère. Toutes les cellules-mères définitives du pollen, au nombre de 14, en moyenne, sur une section transversale, donnant naissance à quatre grains de pollen, on peut dire que cette pettite loge est pollinifère, dans toute la mesure du possible. Son pollen offrant la constitution de celui de la grande loge, il ne semble pas y avoir de raison pour que, dans la suite, il soit moins fécond que celui de la loge principale.

L'étude comparative des deux loges de l'anthère aux divers stades de leur développement, chez les *S. interrupta* Sch., *S. triloba* L., *S. plebeia* R. Br., et à l'état mûr dans les *S. Candelabrum* Boiss., *S. lavandulæfolia* Vahl, *S. grandiflora* Ettling. *S. potentillæfolia* Boiss. et Heldr., nous a conduit à des résultats analogues à ceux que vient de nous offrir le *S. officinalis* L.

Chez le *S. canariensis* L., la branche inférieure du connectif porte assez souvent, à son extrémité, une logette excessivement réduite, pourvue d'une assise mécanique, et dont les grains de pollen, au nombre seulement d'une trentaine parfois, sont identiques à ceux de la grande loge.

Dans le *S. splendens* Sell., la branche connectivale inférieure, d'ordinaire stérile, s'est montrée, tout à fait exceptionnellement (une fleur sur 250), renflée en une loge à deux sacs polliniques, pourvue d'une assise mécanique, et renfermant d'assez nombreux grains de pollen. Ces grains, beaucoup plus gros que ceux de la loge normale, possédaient un énorme noyau végétatif dont le nucléole était aussi gros que le noyau générateur lui-même.

En résumé, les observations qui précèdent montrent que le développement du pollen peut s'effectuer, chez les Sauges, de façon différente, suivant l'espèce considérée, les cellules-mères définitives du pollen constituant tantôt une seule assise, tantôt deux assises.

Elles établissent, en outre, qu'à des degrés divers, la branche connectivale inférieure, ou vectiaire, des Sauges peut être pollinifère. Tout à fait exceptionnel dans le *S. splendens* Sell., plus fréquent chez le *S. canariensis* L.,

le cas est constant chez un certain nombre d'autres espèces. Toujours beaucoup plus petite que la loge principale, la loge portée par le vectiaire se trouve, soit réduite à un seul sac pollinique (*S. canariensis* L.), soit pourvue de deux sacs (*S. officinalis* L., *S. interrupta* Sch., *S. triloba* L., *S. plebeia* R. Br., etc.).

La Sauge officinale et un certain nombre d'autres Sauges doivent donc être considérées comme munies d'anthères biloculaires, mais à loges de volume inégal.

BOTANIQUE. — *Hérédité de l'abréviation du développement chez la Carotte et la Betterave cultivées.* Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une précédente Note [1], j'ai étudié un certain nombre de modifications de nutrition provoquées par le climat marin et le sol sablonneux chez des plantes transportées de Rennes à Erquy et j'ai montré que la plupart de ces variations n'étaient pas héréditaires, mais disparaissaient par la culture à l'intérieur des terres. Étendant le champ de ces observations, j'ai étudié l'hérédité d'autres phénomènes qui paraissent plus fréquents au bord de la mer, en particulier l'hérédité de l'abrévation du développement chez la Carotte et la Betterave présentent accidentellement des pieds annuels sans valeur utilitaire ou à valeur très réduite. La plupart des praticiens se gardent bien de se servir de ces pieds annuels comme porte-graines, persuadés qu'ils donneraient une descendance défectueuse; quelques-uns cependant soutiennent que leur graine reproduit la race pure. Dans le but de résoudre expérimentalement la question, j'ai récolté, sur un pied unique, des graines de Carotte et de Betterave annuelles et je les ai semées comparativement avec des graines de Carotte et de Betterave bisannuelles, provenant séparément d'un même pied. Bien entendu, j'avais, dans les deux cas, pris toutes les précautions voulues pour éviter tout croisement, toute adultération de la graine. Pour la Carotte, je semai comparativement 200 graines de chaque type, à Erquy et à Rennes; pour la Betterave je fis l'expérience à Erquy seulement, mais sur un demi-hectare, dans les conditions habituelles de la grande culture.

---

(1) Lucien Daniel, *Cultures expérimentales au bord de la mer* (*Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 483).

A Erquy, les semis de Carotte réussirent assez bien; j'obtins, des 200 graines du type annuel, 164 jeunes plants de belle venue et seulement 127 chez le type bisannuel. Au début, les jeunes germinations se ressemblaient, mais peu à peu des différences se manifestèrent. Tandis que les jeunes Carottes de la race bisannuelle étaient toutes normales, celles provenant de la Carotte annuelle se partagèrent en deux groupes presque égaux formés par 80 pieds bisannuels et 84 qui montèrent à fleurs à des époques très différentes : il y eut, en effet, des types précoces et des types tardifs reliés par tous les intermédiaires. Les plus précoces étaient les plus vigoureux; leurs racines avaient une couleur blanc jaunâtre; elles étaient minces, effilées et ramifiées, et rappelaient le type sauvage. Les tardifs avaient des racines à teinte jaune ou rouge et tuberculisées à des degrés divers. Celles-ci étaient parfois assez tendres encore pour être utilisées quand les autres, devenues ligneuses, avaient perdu toute valeur. Sur les 84 Carottes annuelles de deuxième génération, il y avait 21 types à racines rouges, 6 à racines jaunes, 57 à racines blanches; 7 seulement étaient assez fortement tuberculisées. Ainsi l'hérédité du caractère annuel étaient de 51 pour 100; celle de la tuberculisation, de 4 pour 100 et celle de la couleur de 31 pour 100 environ.

A Rennes, les résultats furent assez différents. Sur 200 graines de Carottes j'obtins seulement 80 et 65 germinations; beaucoup de jeunes plantes furent détruites par des Myriapodes [1] abondants dans le terreau recouvrant les semis. Sur les 80 pieds fournis par les graines du pied annuel, 56 avaient des racines blanches; 24, des racines rouges ou rouge violacé; 64 étaient tuberculisées à des degrés divers; 16 seulement avaient des racines minces, dures et ramifiées comme celles du type sauvage et elles provenaient de pieds montés à fleurs à des époques variables. Enfin 10 pieds avaient des racines à collet situé au-dessus du sol; 12 l'avaient à quelques centimètres au-dessous et le reste au niveau du sol. Ainsi l'hérédité ne s'était pas manifestée à Rennes au même degré et de la même façon qu'à Erquy. A Rennes, elle était de 20 pour 100 pour le caractère annuel; de 80 pour 100 pour la tuberculisation et de 30 pour 100 pour la couleur; en

---

[1] Parmi ces Myriapodes, dont les ravages n'avaient pas été signalés jusqu'ici, on peut citer *Cylindroiulus frisius* et *Nopoliulus pulchellus*, d'après des déterminations faites par la Station entomologique de la Faculté des Sciences de Rennes, à laquelle je les avais adressées.

outre le semis avait donné lieu à une production assez inattendue de caractères nouveaux. Quant aux graines de la Carotte normale bisannuelle, elles avaient fourni 64 types purs et un type annuel.

En ce qui concerne les graines de Betteraves annuelles, cueillies sur des pieds très précoces ayant bien mûri, l'hérédité du caractère annuel s'est montrée de 11 pour 100 dans les conditions de l'expérience. Les racines des pieds annuels de deuxième génération étaient tuberculisées, mais moins fortement que les autres; la forme et la couleur ne s'étaient pas modifiées d'une façon sensible. La variation était très inférieure à celle des Carottes. Les Betteraves provenant des graines des pieds bisannuels avaient fourni la race pure sans aucun pied aberrant.

Il résulte de ces premières expériences, qui seront continuées, que :

1° L'on doit éviter soigneusement de se servir des graines des Carottes et des Betteraves annuelles; leur mélange avec des graines pures constitue une fraude et doit être réprimé;

2° L'abréviation du développement est partiellement héréditaire et cette hérédité varie avec les milieux de culture, à une première génération;

3° La sensibilité à la variation est spécifique et plus grande chez la race de Carotte que chez la race de Betterave étudiées;

4° L'abréviation du développement varie avec les individus et peut être accompagnée de variations inattendues montrant que la stabilité de la race a été profondément ébranlée.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Alismacées. Différenciation du cône végétatif de la tige chez le* Sagittaria sagittæfolia *L.* Note de M. **R. Souèges**, présentée par M. Guignard.

On sait ([1]) que la cellule apicale, issue du cloisonnement transversal de l'œuf, contribue seule à l'édification de l'embryon et donne tout d'abord naissance à une tétrade proembryonnaire constituée par deux cellules supérieures juxtaposées et deux cellules inférieures superposées. Le cotylédon se développe aux dépens des deux premières, le cône végétatif de la tige se

([1]) R. Souèges, *Embryogénie des Alismacées. Développement du proembryon chez le* Sagittaria sagittæfolia *L.* (*Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 175).

différenciée aux dépens de la supérieure des deux autres, de celle qu'on appelle généralement *cellule médiane* de la tétrade.

Cette cellule, dans le proembryon, se divise en quatre cellules circumaxiales. Dans deux ou trois d'entre elles, les trois histogènes se différencient presque en même temps et d'assez bonne heure, selon le mode habituel. Dans l'une ou deux des autres, cette différenciation subit un temps d'arrêt : le dermatogène s'y individualise tout d'abord, puis apparaissent, en coupes longitudinales surtout, deux éléments juxtaposés qui ne se segmentent pas dans le même ordre que leurs voisins. Alors que toutes les cellules de cet étage se divisent transversalement, puis longitudinalement, ces deux éléments privilégiés se cloisonnent, une première fois transversalement, puis une deuxième fois transversalement encore, pour engendrer chacun quatre cellules superposées.

Famintzin [1] prétend que ces deux cellules privilégiées appartiennent seulement au dermatogène; il est évident que les cellules de périblème correspondantes partagent la même propriété.

Cet arrêt dans le cloisonnement de ces deux cellules constitue la cause originelle de la dépression latérale généralement considérée comme le premier indice extérieur de la différenciation simultanée du cotylédon et du cône végétatif de la tige.

Celui-ci affecte bientôt la forme d'un mamelon qui se développe aux dépens des cellules du périblème, par un processus offrant les plus étroites analogies avec le mode de formation et de croissance des protubérances cotylédonaires chez les Dicotylédones. Les cellules de périblème, appartenant aux assises les plus inférieures de la région embryonnaire dont il est question, se divisent longitudinalement pour donner naissance à des cellules plus profondes qui se trouvent être ainsi en relations directes avec les éléments du plérome de l'axe hypocotylé. Ces cellules continuent donc le plérome dans le mamelon. Les trois histogènes se constituent, par un phénomène analogue, dans tous les rudiments d'organes qui prennent naissance dans cette région.

La surface extérieure du mamelon présente bientôt elle-même une dépression homologue de la première dépression latérale de l'embryon. De même que celle-ci a séparé le cotylédon du rudiment du cône végétatif,

---

(1) A. Famintzin, *Embryologische Studien* (*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. 26, n° 10, 1879, p. 10).

de même la nouvelle dépression sépare la première feuille d'un nouveau massif cellulaire qui représente encore le cône végétatif. Toutes les feuilles naissent ainsi aux dépens d'un massif central, et s'en détachent comme des segments parallèles aux faces d'une pyramide triangulaire. L'angle de divergence qui mesure l'écart du cotylédon et de chacune des feuilles successives est de 120° environ et rappelle le plan général qui préside à la construction de toutes les parties aériennes de la plante. L'ordre d'apparition des feuilles se traduit par un mouvement de circumnutation, suivant une ligne spirale, autour d'un axe idéal qui représente la direction de croissance du bourgeon.

Toutes les feuilles sont homologues du cotylédon et tous les massifs cellulaires aux dépens desquels elles se forment doivent être considérés comme homologues de toute la partie embryonnaire qui tire son origine des deux cellules supérieures et de la cellule médiane de la tétrade. C'est toute cette partie embryonnaire qui, à proprement parler, représente le cône végétatif ou bourgeon primitif, bourgeon nettement terminal comme chez les Dicotylédones.

Hegelmaier [1] et, plus récemment, Coulter [2] ont soutenu qu'il n'existait pas chez les Monocotylédones de cône végétatif de la tige, chaque feuille naissant à la base de la précédente. Ces auteurs ont manifestement pris le tout pour la partie, l'embryogénie démontrant qu'on ne saurait considérer comme massif cotylédonaire tout ce qui se développe aux dépens des deux cellules supérieures et de la cellule médiane de la tétrade.

L'embryogénie démontre encore que la monocotylédonie ne saurait en aucune façon dériver de la dicotylédonie, car le cotylédon des Monocotylédones tire son origine d'une région pro-embryonnaire différente, beaucoup plus étendue que celle qui donne naissance aux deux cotylédons des Dicotylédones. Le premier dérive des deux cellules supérieures de la tétrade aux dépens desquelles se forment les quadrants et les huit octants cotylédonaires; les seconds proviennent seulement des quatre octants embryonnaires

---

[1] F. Hegelmaier, *Zur Entwicklungsgeschichte monokotyledoner Keime nebts Bemerkungen über die Bildung der Samendeckel* (*Bot. Zeitung*, t. 32, p. 631; Leipzig, 1874).

[2] J.-M. Coulter and W.-J.-G. Land, *The origin of the monocotyledony* (*Bot. Gazet.*, t. 57, 1914, p. 517), et J.-M. Couller, *The origin of the monocotyledony* (*Annals of the Missouri botanical Garden*, t. 2, février-avril 1915, p. 182).

supérieurs, ontogénétiquement identiques aux quatre octants cotylédonaires supérieurs des Monocotylédones.

Toutes ces observations, venant à l'appui des considérations d'un ordre plus général dernièrement émises par Worsdell (1), semblent démontrer que l'organisation du sommet de l'embryon, par un phénomène d'accélération, représente une image très raccourcie de l'organisation de la partie, dite *de la tige* de la plante adulte. Chez les Dicotylédones, la disposition des deux cotylédons autour de l'axe embryonnaire rappelle la disposition générale des feuilles, verticillées ou spiralées, autour de la tige. Chez les Monocotylédones, le mode de croissance est généralement monopodique et se retrouve dans l'embryon où l'axe principal avorte en donnant le cotylédon terminal, tandis que, latéralement, se différencie un nouvel axe de croissance qui se comporte comme le premier (2).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la constitution de l'acidité fixe des vins sains et des vins malades.* Note (3) de M. J. LABORDE.

L'acidité fixe des vins est, en principe, la différence entre l'acidité totale et l'acidité volatile. Bien que ces trois données analytiques soient un peu conventionnelles, parce que les méthodes acidimétriques employées n'ont qu'une précision relative, il y a intérêt à savoir dans quelles proportions entrent les divers acides fixes pour constituer le chiffre d'acidité fourni par le dosage en bloc. Cette question peut être résolue maintenant d'assez près, comme je vais le montrer, en utilisant la méthode d'analyse que j'ai fait connaître dernièrement (4), et qui divise l'acidité fixe en deux parties principales : 1° l'acidité soluble dans l'alcool-éther due aux acides lactique, succinique, malique et citrique ; 2° l'acidité insoluble comprenant l'acide tartrique à l'état de crème de tartre et un léger supplément d'acidité qui sera considéré plus loin.

---

(1) W.-C. WORSDELL, *The morphology of the monocotyledonous embryo and of that of the Grass in particular* (*Annals of Botany*, t. 30, 1916, p. 509).

(2) Les observations résumées dans cette Note seront publiées, avec figures à l'appui, dans un autre Recueil.

(3) Séance du 3 décembre 1917.

(4) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 793.

Par conséquent, en ajoutant à l'acidité soluble, l'acidité de l'acide tartrique à l'état libre et retranchant l'alcalinité des cendres on doit trouver des chiffres très voisins de ceux que donne le dosage global de l'acidité fixe dans un vin blanc ou dans un vin rouge supposé privé de matières tannoïdes. Le Tableau suivant permet de faire cette comparaison pour quelques vins de nature assez variable :

	Vins rouges.		Vins blancs.		Vins rouges. Algérie 1914	
Nature des dosages.	Gironde 1916.	Dordogne 1915.	Gironde 1915.	Aude 1916.	n° 1.	n° 2.
Alcool	10°,4	8°,0	10°,1	10°,5	10°,2	9°,9
Acidité totale	4^g^,4	3^g^,57	5^g^,97	4^g^,32	7^g^,49	6^g^,37
» volatile	0,54	1,70	0,72	0,42	0,36	0,39
» fixe	3,92	1,87	5,25	3,90	7,13	5,98
Matières tannoïdes	4,10	3,60	»	»	2,87	2,50
Acide lactique	1,90	1,40	1,06	1,95	0,84	0,84
» succinique	0,75	0,65	0,69	0,61	0,71	0,63
» malique	1,15	0,45	2,86	0,50	4,26	3,41
» tartrique	2,04	1,66	2,80	2,88	2,80	3,47
» citrique	»	»	»	»	1,66	1,10
Acidité sulfurique des divers acides fixes	3,86	2,71	5,05	3,97	7,25	6,55
Alcalinité des cendres	0,63	1,35	0,61	0,49	0,91	1,01
Acidité libre	3,23	1,36	4,44	3,48	6,34	5,54
» insoluble supplémentaire	0,27	0,19	0,60	0,20	0,45	0,10
Acidité retrouvée	3,50	1,55	5,04	3,68	6,79	5,64
» non retrouvée	0,42	0,32	0,21	0,22	0,54	0,34

On voit que l'acidité sulfurique des divers acides fixes dosés diminuée de l'alcalinité des cendres donne déjà des chiffres très voisins de ceux de l'acidité fixe globale. L'écart diminue encore quand on ajoute le supplément d'acidité obtenu en retranchant de l'acidité insoluble dans le liquide éthéro-alcoolique, mais soluble dans l'eau chaude, l'acidité de l'acide tartrique total à l'état de crème de tartre dosée séparément. Cette acidité supplémentaire est due à de très petites quantités des divers acides solubles non entraînées par le dissolvant, de tannin, de phosphates acides, etc. Quant aux proportions d'acidité fixe non retrouvées, elles sont relativement faibles et plus petites pour les vins blancs que pour les rouges. La différence est en rapport avec les doses de matières tannoïdes beaucoup plus grandes dans les vins rouges que dans les blancs. L'acidité de ces matières compte dans l'acidité fixe, mais il est difficile de savoir exactement dans quelle mesure. Elle est cependant assez faible, car, pour une dose moyenne de 4^g^ d'œnotanin et matière colorante, la différence d'acidité entre le

vin primitif et le vin décoloré au noir pur, ne dépasse pas quelques décigrammes par litre.

En considérant les divers constituants de l'acidité fixe, on voit que l'acide lactique existe souvent en quantité notable dans les vins étudiés, même dans ceux qui n'ont pas souffert de l'influence des ferments filiformes. La proportion d'acide succinique ne varie pas beaucoup, tandis que pour l'acide malique, on a des chiffres très différents qui dépassent quelquefois ceux de l'acide tartrique. C'est le cas des deux vins d'Algérie de 1914 obtenus avec des vendanges peu mûres et en partie altérées par la pourriture grise. Ils contenaient aussi des doses assez fortes d'acide citrique dont une fraction provenait vraisemblablement d'une addition légale faite en vue de fixer la couleur.

Influence des ferments filiformes du vin. — Les microbes anaérobies du vin qui sont la cause de maladies plus ou moins graves peuvent faire varier considérablement la constitution de l'acidité fixe. Je considérerai dans le Tableau ci-dessous quelques exemples se rapportant d'abord à la désacidification partielle des vins nouveaux, puis aux maladies de la tourne et de l'amertume des vins en bouteille.

Nature des dosages.	Désacidification d'un vin nouveau de 1912 — stérilisé en bouteilles, décembre 1912.	juin 1913.	mis en bouteilles en nature.	Vins tournés, n° 1.	n° 2.	Vins amers, n° 1.	n° 2.
	g	g	g	g	g	g	g
Acidité totale.......	6,27	4,81	5,25	4,32	5,10	5,64	4,66
» volatile.....	0,42	0,72	1,44	2,56	2,40	1,62	1,26
» fixe........	5,85	4,09	3,81	1,76	2,70	4,02	3,40
Acide tartrique.....	2,04	2,04	2,04	néant	traces	1,14	1,97
» malique......	4,99	1,20	0,42	0,36	0,67	1,08	1,20
» succinique....	0,67	0,67	0,65	0,78	0,69	0,68	0,72
» lactique......	1,05	2,74	3,82	2,40	2,24	3,68	3,06
Sucre réducteur.....	3,60	3,00	2,30	néant	néant	traces	traces

Dans la désacidification du vin de 1912 riche en acide malique, l'acidité totale, après avoir diminué de $1^g,46$ par litre pendant les six premiers mois de l'expérience, a récupéré ensuite une partie de sa perte, grâce à la production d'acidité volatile et d'acide lactique aux dépens de divers éléments du vin, notamment de l'acide malique et du sucre. La disparition de l'acide malique a été très rapide au début, sans être complète cependant au bout de 4 ans. D'après certains auteurs qui ont déjà étudié ce phénomène, la destruction aurait lieu suivant la formule $C^4H^6O^5 = C^3H^6O^3 + CO^2$, où le rapport acide lactique à acide malique est égal à 0,67. Or, dans la première phase de mon expérience, le rapport est de 0,45 seulement; ce n'est qu'après une attaque plus avancée de

l'acide malique qu'il arrive à 0,60; mais alors une partie de l'acide lactique formé provient très certainement du sucre qui avait été attaqué à son tour.

L'acide tartrique et l'acide succinique n'ont subi aucune variation pendant toute la durée de l'expérience.

Pendant que la maladie de la tourne se développe, l'acide tartrique et l'acide malique disparaissent très facilement, mais l'un plus complètement que l'autre; tandis qu'ils sont plus ou moins respectés dans les vins qui deviennent amers. Par contre, la production d'acide lactique paraît plus importante dans ces derniers; on en a d'ailleurs signalé des quantités plus importantes encore. Cette différence dépend, sans doute, de la constitution initiale du vin en même temps que de l'action microbienne; mais, d'autre part, les ferments de la tourne étant plus actifs que ceux de l'amertume, il est possible que cette action se porte sur l'acide lactique formé au début, lorsque les acides tartrique et malique font défaut dans les vins tournés. Quant à l'acide succinique, il paraît être réfractaire à toute influence des ferments d'altération.

Conclusions. — Les résultats qui précèdent montrent que : 1° on peut actuellement déterminer avec assez de précision la constitution de l'acidité fixe des vins; 2° l'acide lactique tient souvent une place importante dans cette acidité; 3° l'acide malique, comme l'acide tartrique, varie avec l'origine du vin et l'influence des ferments filiformes, mais le premier est en général plus facilement attaqué que le second par ces ferments; 4° la proportion d'acide succinique est peu variable parce qu'elle ne dépend que de la fermentation alcoolique et que cet acide résiste aux actions microbiennes, lesquelles n'en produisent pas, en quantité sensible, dans les vins qui ne contiennent que des traces de sucre.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude des ferments alcooliques.* Note de M. E. Kayser, présentée par M. L. Maquenne.

L'emploi des levures sélectionnées dans les industries de fermentation a appris que ces ferments exercent souvent une influence très grande sur la qualité des boissons fermentées.

Ces levures jouent encore un rôle dans les réactions secondaires, surtout si l'on prolonge le séjour sur lie pendant un certain temps; l'analyse des eaux-de-vie obtenues permet, en effet, de constater des différences sensibles dans les divers composants du coefficient non alcool.

Dans la fabrication du cidre et du poiré, on a souvent eu recours à l'ensemencement de levures de vin.

Nous avons comparé le même moût de pommes obtenu avec les variétés : Saulet, Lanquart, Cébin et douce de Bretagne à poids égaux, en y ensemençant une levure de vin (Champagne), une levure de cidre (Calvados) et une levure de poiré (Eure).

La fermentation a porté sur un litre et demi pour chaque levure, le moût stérilisé à l'autoclave avait une richesse saccharine de 11,4 pour 100 et une acidité malique de 6,16 pour 1000 ; il a été transvasé aseptiquement dans des ballons à long col à tubulure latérale, dans lesquels le liquide ne présentait qu'une surface limitée de 25^{mm} à l'air ; trois ballons (*bis*) sur les six ont été additionnés d'une solution stérile de phosphate d'ammoniaque, de façon à apporter 1 pour 1000 d'azote, l'ensemencement a eu lieu en novembre 1916 avec une goutte de levure pure, préalablement rajeunie ; les ballons furent abandonnés 24 heures à l'étuve à 25° pour faire partir la fermentation et placés ensuite dans une armoire où ils ont subi toutes les variations de température de l'hiver dernier (5° à 12°) ; l'expérience a duré un an, et en été la température a monté à 18°.

La fermentation a montré un dégagement gazeux jusqu'à la fin d'avril ; les ballons phosphatés ont eu une fermentation plus rapide et plus régulière malgré la température basse ; l'évaporation n'était que de 25^{cm^3} à 26^{cm^3} par ballon.

L'analyse a été faite après un an, l'acidité totale et l'acidité volatile ont été dosées en se servant de phénolphtaléine comme indicateur.

Quantités par litre.

	Levure de vin.		Levure de cidre.		Levure de poiré.	
	1.	1 *bis*.	2.	2 *bis*.	3.	3 *bis*.
Acidité totale en acide malique.	5,84	10,92	6,47	10,54	6,99	10,92
Acidité volatile en acide acétique....................	0,142	0,071	0,368	0,110	0,052	0,065
Alcool pour 100 en volume...	6,93	6,20	6,85	6,30	6,87	6,32

L'acidité volatile était formée d'acides acétique et butyrique avec traces d'acide formique ; l'addition de phosphate a eu pour effet de diminuer la proportion des acides volatils ; de plus, la proportion d'acide butyrique était plus forte pour la levure de poiré et surtout pour la levure de vin que pour la levure de cidre ; c'est-à-dire le phosphate a augmenté la proportion des acides supérieurs à l'acide acétique ; on sait que l'addition de phosphate augmente en outre la quantité de levure.

Par repassage et concentration, en opérant toujours exactement dans les mêmes conditions, nous avons préparé les eaux-de-vie dont voici la composition :

Pour 100 *d'alcool à* 100° *en milligrammes.*

	1.	1 *bis.*	2.	2 *bis.*	3.	3 *bis.*
Acidité volatile en acide acétique	17,3	16,7	31,1	21,3	17,1	17,9
Aldéhydes	323,2	64,4	330,0	247,0	394,0	315,0
Furfurol	0,15	0,22	0,15	0,12	0,11	0,11
Éthers en acétate d'éthyle	50,8	49,3	47,9	67,3	43,4	67,1
Alcools supérieurs	364,0	245,0	167,0	153,0	213,0	159,5
Coefficient non alcool	755,45	375,62	576,15	488,72	667,61	559,61

On voit que les trois levures se différencient nettement ; toutes ont produit, malgré le faible contact à l'air, beaucoup d'aldéhyde ; l'addition de phosphate a diminué leur proportion, surtout pour la levure de vin ; les éthers sont en faible quantité à l'opposé des aldéhydes, fait déjà signalé en collaboration avec M. Demolon ([1]) ; toutefois, l'addition de phosphate les a augmentés pour les levures de cidre et de poiré ; c'est la levure de vin qui donne le plus d'alcools supérieurs, la levure de cidre le moins ; le phosphate a contribué à les diminuer, d'accord avec la théorie d'Ehrlich pour leur formation.

La somme des impuretés est donc la plus élevée pour la levure de vin et il en résulte que, selon le but que l'on se propose, il peut être avantageux d'employer telle ou telle levure sélectionnée.

L'emploi de ces dernières doit se faire en connaissance de leurs propriétés ; il existe certes, parmi les nombreuses espèces de levures de vin et de cidre, des levures qui se seraient comportées différemment que celles de notre expérience, et cela sans faire intervenir le facteur important de l'accoutumance.

([1]) *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 205.

MÉDECINE. — *Propriétés physiologiques et applications médico-chirurgicales du gaïacol et de l'acide benzoïque.* Note de M. **Louis Mencière**, présentée par M. Laveran.

C'est au cours de cette guerre, après la bataille de la Marne, que nous eûmes à imaginer, au centre hospitalier de Compiègne, un procédé d'antisepsie contre la putréfaction *in vivo* des tissus, avec le souci de ne rien employer qui fût un toxique du protoplasma cellulaire.

Le *gaïacol* et l'*acide benzoïque*, parfois associés à l'*eucalyptol*, nous donnèrent ce résultat, vérifié sur plusieurs milliers de blessés.

L'usage de ces substances, employées *larga manu*, à la façon des antiseptiques chirurgicaux usuels, leurs propriétés actives, leur non-toxicité pour la cellule ont été surabondamment démontrés ([1]).

Nous voudrions indiquer ici les propriétés biologiques générales, et formuler les applications de notre méthode.

Action conservatrice sur les tissus. — 1° Dans un volume déterminé d'une solution contenant :

Eau	1000 g
Gaïacol	5
Alcool	4
Acide benzoïque	1

nous plaçons un morceau de joue de veau, pesant plus d'une livre, ou encore un lambeau de peau humaine ayant $17 \times 10 \times 1^{cm}$, et disséqué chez un sujet atteint de gangrène et en pleine putréfaction cadavérique.

Ces pièces se trouvent en état de parfaite conservation depuis plus de *quinze mois*. Laissées à l'air, elles se dessécheraient en prenant l'aspect des viandes boucanées. Il suffirait de leur redonner leur eau de constitution pour les voir reprendre leur volume et leur couleur antérieure.

2° On peut « momifier » complètement le tissu en prenant le liquide suivant :

([1]) *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 24 août et 2 novembre 1915.

Gaïacol, eucalyptol, baume du Pérou, iodoforme (de chaque)..... 10g
Éther alcoolisé à 10 pour 100................................. 1000g

Un fragment de peau, desséché après immersion prolongée dans ce liquide, a subi un embaumement qui le rend absolument imputrescible.

Les pièces anatomiques que j'apporte permettent de se rendre compte des phénomènes décrits. Ce qui précède explique la désinfection des plaies, car les tissus attrits, foyer de cultures microbiennes, sont momifiés et rendus imputrescibles, tandis que les cellules sous-jacentes sont « excitées » par le pouvoir cytogénique des corps employés. On le reconnaît à la belle couleur rouge carmin des chairs après détersion de la plaie.

La marche est différente, pour ces antiseptiques, de ce qu'elle est pour les hypochlorites, vu que ces derniers dissolvent et entraînent les tissus attrits. Et elle offre un second avantage, celui de la sécurité en chirurgie de guerre lorsque les blessés sont évacués sans surveillance. Supposons, en effet, un vaisseau ouvert et momentanément obturé par un caillot. Une action dissolvante rapide peut amener un désastre, et l'on sait combien il faut prêter attention à l'hémostase, à quel point les hémorragies secondaires sont parfois à redouter. Le caillot momifié, au contraire, ne se dissout pas rapidement, et laisse aux cellules sous-jacentes le temps de proliférer. En outre, les antiseptiques que j'utilise, chimiquement stables, ne se décomposant que lentement au contact de l'albumine, permettent de ce chef des pansements conservant pendant plusieurs heures leur pouvoir bactéricide. Ceci est de la plus haute importance pour le pansement de guerre et les évacuations.

Action stérilisante sur les humeurs. — D'autre part, la solution gaïacol-acide benzoïque (à 5-1 pour 1000) possède des propriétés stérilisantes sur le milieu humoral. Là, aussi bien que sur les tissus, elle arrête les phénomènes de protéolyse. Un dé de sang humain, projeté dans une certaine quantité de solution, après agitation vigoureuse, montre toujours l'aspect rutilant et normal des hématies, cela durant plusieurs heures.

In vitro, la solution ci-dessous notée, et contenant une proportion double de principes actifs, dans une proportion à parties égales ou des deux tiers de solution pour un tiers de sang, entrave le phénomène de coagulation plutôt qu'elle ne le favorise.

Nous fûmes donc tentés d'utiliser le gaïacol et l'acide benzoïque associés, en injections intra-veineuses, d'abord sur le lapin.

1° On injecte, au niveau de la veine auriculaire d'un lapin de 2^{kg}, 10^{cm^3} du liquide suivant : gaïacol, 10^{g}; acide benzoïque, 2^{g}; alcool, 8^{g}; eau, 1000^{g}.

L'animal n'a réagi d'aucune façon, et garde, depuis deux mois, un excellent appétit et une vigueur remarquable.

2° On injecte, de jour en jour, à des doses variant de 10^{cm^3} à 20^{cm^3}, une quantité totale de 65^{cm^3} de la solution, dans la veine auriculaire d'un lapin qui pèse $2^{kg},450$.

Malgré ce volume de liquide relativement élevé, l'animal reprend son état normal au bout de 30 à 40 secondes.

La non-toxicité du gaïacol associé à l'acide benzoïque, leurs propriétés protectrices du protoplasma et de l'équilibre humoral, conseillent d'en généraliser l'emploi. Si l'on choisit convenablement le véhicule de ces substances, elles peuvent être introduites au niveau du cerveau, des méninges, de la moelle, de la cavité pleurale, de la vessie, du canal de l'urètre, de la cavité vaginale, intestinale, de la cavité pharyngienne, des bronches, soit par voie d'inhalations, soit de vapeurs ou liquides pulvérisés.

Conclusions. — En résumé, l'expérience a largement démontré que le gaïacol et l'acide benzoïque, associés à divers autres corps de la série aromatique, ont des vertus antiseptiques très puissantes. Et, contrairement à tant d'antiseptiques, ce ne sont pas des toxiques pour la cellule, car ils en activent la vitalité, ils en stimulent les réactions défensives. Vis-à-vis du milieu humoral, ce sont des microbicides non hémolysants, et sans inconvénient pour l'équilibre osmotique.

A l'égard de la thérapeutique, ils sont d'un emploi aisé à discipliner, puisque leurs propriétés biologiques et leur définition chimique sont clairement établies.

Leur non-toxicité pour le protoplasma cellulaire unie à une puissance bactéricide incomparable *in vivo* constitue un fait d'une haute portée scientifique que je me suis efforcé de mettre en évidence.

Il en découle : possibilité avec choix du véhicule approprié, d'utiliser ces antiseptiques au niveau de cavités et d'organes où il eût été folie d'employer des antiseptiques toxiques. Mes expériences sur l'animal, prouvant que la voie sanguine nous est ouverte, augmentent nos possibilités en thérapeutique générale et tracent une voie nouvelle aux recherches ultérieures qui découlent des trois ordres de faits suivants : non-toxicité, puissance bactéricide éprouvée, possibilité d'utiliser la voie sanguine.

Nous tenons à ajouter que les multiples applications de ces antiseptiques font en ce moment l'objet de recherches de laboratoire très approfondies.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *L'analyse photographique des œufs frais ou conservés.* Note [1] de M. **Georges-A. Le Roy**, présentée par M. G. Lippmann.

Vendre comme frais des œufs de poule provenant de pontes remontant à plusieurs semaines ou mois est une fraude fréquente, surtout à l'heure actuelle, où les conséquences de l'état de guerre ont raréfié cette denrée et en ont accru le prix.

On sait que pour différencier les œufs entre eux, on emploie dans le commerce le *mirage*, ou examen optique des œufs, pratiqué par transparence et basé principalement sur les dimensions de leur *chambre à air*.

J'ai cherché, en vue des expertises légales sur les œufs, à instituer une méthode plus précise pour réaliser la mesure de leur chambre à air, et obtenir son enregistrement graphique, de façon à constituer une *pièce à conviction* durable et comparable.

J'ai obtenu ce résultat par l'emploi de la Photographie combinée avec des dispositifs particuliers d'éclairage et d'agencement des œufs et au moyen des plaques de sensibilité extrême. De cette manière j'ai pu réaliser la reproduction photographique, par transparence, de groupements d'œufs et de leur chambre à air, reproduits en vraies grandeurs et mesurables au moyen d'un graphique métrique, superposé ou inhérent à l'image photographique.

La technique opératoire peut se résumer comme suit :

Soit les six œufs qui constituent habituellement chacun des quatre prélèvements prescrits par la loi en matière de répression des fraudes. Ces six œufs sont encastrés et fixés, au moyen d'un mastic opaque, dans six fenêtres ovales pratiquées dans une plaque métallique du format photographique normal ($18^{cm} \times 24^{cm}$); ces fenêtres correspondent au tracé de six rayons équidistants partant du centre de la plaque. Les six œufs y sont placés, leur gros pôle orienté vers le centre de la plaque, et d'après

(1) Séance du 3 décembre 1917.

mirage préalable repérant la chambre à air. La plaque supportant les six œufs est fixée à l'une des extrémités d'une caisse prismatique en bois (voir la figure) fonctionnant comme chambre noire à trois corps; un châssis négatif, incluant la plaque photographique, est fixé à l'autre extrémité. Au milieu de la caisse est une planchette supportant un objectif, choisi aussi lumineux que possible et travaillant à pleine ouverture. L'objectif est situé de façon à se trouver à deux fois sa distance focale principale des œufs et de la plaque sensible. Pour effectuer l'opération on éclaire les œufs avec une lumière intense, réalisée soit par une lampe à arc actionnée par un courant continu d'une quarantaine d'ampères et munie d'un condensateur optique de 30^{cm}



de diamètre, soit plus économiquement par une série de lampes à incandescence à filament métallique, groupées sur un support commun et actionnées par courant alternatif survolté par transformateur; le support des lampes est mécaniquement maintenu en mouvement lent de rotation, de façon à égaliser l'éclairement et à ventiler les œufs; on peut également utiliser d'autres sources d'éclairage telles que le magnésium, la lumière solaire, etc. Avec les plaques de sensibilité extrême (plaques Lumière, étiquettes violettes, la pose est de 1 à 3 minutes. Certains œufs présentant souvent des différences d'opacité résultant de l'épaisseur de leur coquille, on égalise ces différences d'opacité en affaiblissant la coquille par immersion dans l'eau acidulée chlorhydrique, puis on consolide, si besoin, par application d'un vernis transparent. Ou encore on utilise des caches opaques apposées sur les œufs trop transparents. Le cliché obtenu par développement classique sert tel, ou est employé pour tirer les épreuves sur papier. Pour mesurer sur le cliché ou sur les épreuves positives les dimensions des œufs et de leur chambre à air, on leur superpose un graphique métrique portant des repères et des cercles concentriques, équidistants de 1^{mm} à 2^{mm}, graphique exécuté photographiquement sur pellicule. Mais ce graphique peut être imprimé en négatif ou en positif à même la photocopie pendant son tirage, comme il peut aussi être imprimé sur le cliché ou phototype, par impression préalable au châssis-presse sous un négatif, avant son emploi dans la chambre noire.

J'ai constaté, au cours de ces essais, que l'emploi de la radiogra-

phie ne pouvait, pour cette application, que donner des images déformées, bien inférieures aux images graphiques obtenues par la méthode photographique qui vient d'être décrite.

A 16 heures et quart l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 17 heures et quart.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 DÉCEMBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PÉTROLOGIE. — *Les formes grenues du magma leucitique du volcan laziale.* Note de M. A. LACROIX.

Le grand volcan laziale, dont certaines coulées sont descendues jusqu'aux portes de Rome, partage avec la Somma la particularité de renfermer parmi ses matériaux de projection une quantité considérable de fragments et de blocs de roches grenues; dans ces deux centres volcaniques, ces enclaves appartiennent aux mêmes groupes pétrographiques : roches sédimentaires (calcaires) métamorphiques; roches grenues, polygènes, pneumatogènes et homœogènes.

Me limitant pour l'instant à ces dernières, je me propose de montrer dans cette Note que leur étude chimique, complétant la description minéralogique que j'en ai donnée jadis ([1]), conduit à des conclusions du même ordre que celles exposées récemment pour la Somma ([2]).

Les matériaux de ce travail ont été recueillis par moi à diverses reprises, soit dans la grande enceinte du Campo d'Annibale et notamment sur les flancs du Monte Cavo, soit dans le tuf connu sous le nom de *peperino;* pour ce dernier, les localités que j'ai plus particulièrement explorées sont les environs de Marino, les alentours des lacs d'Albano et de Nemi (en particulier entre Ariccia et Castel Gandolfo).

Quelques brèves indications sur la nature des laves du volcan laziale sont tout d'abord nécessaires; ses roches sont bien connues depuis les travaux

---

([1]) *Les enclaves des roches volcaniques*, 1893.

([2]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 205.



géologiques et minéralogiques de M. V. Sabatini [1] et les analyses de M. H.-S. Washington [2].

Les laves épanchées sous forme de coulées sont des *leucitites*, dépourvues de péridot ou peu péridotiques; elles se rapportent à deux types de composition voisine : l'un (Capo di Bove), pour lequel M. Washington a fait revivre le nom de *cécilite* jadis proposé par Cordier, est caractérisé par l'abondance de la mélilite [3]; l'autre ne contient pas ce minéral, mais parfois une quantité variable et faible de plagioclases qui, d'après les observations de MM. Sabatini et Viola, confirmées par les miennes, paraît avoir, au moins en partie, une origine secondaire immédiate (pneumatolytique) et résulter alors de la transformation de la leucite (Arcioni près Rocca di Papa, etc.).

A ces roches, il faut ajouter cette leucittéphrite (*tavolatite*) dont les gros cristaux de leucite sont accompagnés d'autres, plus petits, d'orthose de plagioclases et surtout d'haüyne; elle est plus riche en éléments blancs que les leucitites; elle se trouve en blocs dans les tufs de Tavolato. J'ai rencontré au Monte Cavo des blocs d'une leucitite qui, au contraire, est mélanocrate, riche en olivine accompagnant des phénocristaux de leucite et d'augite (zonée) dans une pâte holocristalline de leucite et d'augite englobées par des plages pœcilitiques de biotite, de néphéline et de labrador (peu abondant). Les analyses ci-contre donnent la composition de ces diverses roches.

On voit par comparaison avec les analyses des laves récentes du Vésuve données dans ma Note précédente que les leucitites de l'Arcioni ne diffèrent pas de celles-ci au point de vue chimique; elles constituent donc, parmi les leucitites, une forme hétéromorphe des vésuvites : comme elle est très abondante au lac de Bracciano, je propose de la désigner sous le nom de *braccianite* pour la distinguer du type (cécilite) de Capo di Bove.

Quant à la leucitite à olivine du Monte Cavo, bien que plus riche en silice que les précédentes, elle renferme beaucoup d'olivine et doit à sa pauvreté en alumine, à sa richesse en chaux et en magnésie, à sa teneur moindre en alcalis, de présenter un caractère mélanocrate, intéressant à signaler pour la discussion des roches grenues. Celles-ci formant trois groupes :

---

(1) *I vulcani dell'Italia centrale. Vulcano laziale*, Rome, 1910.

(2) *The roman comagmatic region*, Washington, 1906.

(3) Peut-être n'est-il pas sans intérêt de rappeler que la découverte de la *mélilite* dans cette roche a été faite par un précurseur de la minéralogie micrographique, le naturaliste rochelois Fleuriau de Bellevue [*Mémoire sur les minéraux microscopiques et en particulier sur la séméline, la mélilite, etc.* (*J. de Phys.*, t. 51, 1800)].

syénites, missourites et enfin types holomélanocrates généralement constitués par de l'augite et de la biotite, et si semblables aux roches analogues de la Somma que je n'insisterai pas sur eux ([1]).

Analyses ([2]). — *Leucitites* : 1. *Braccianite*, Arcioni. II.7.2.2; 2. *Cécilite*. Capo di Bove. II(III).8(9).2.2, par M. Washington; 3. *Leucitite à olivine* (R), Monte Cavo. III(IV).(7)8.2.2.

	1.	2.	3.
SiO^2	47,20	45,99	49,10
Al^2O^3	17,66	16,56	9,49
Fe^2O^3	3,51	4,17	3,17
FeO	4,50	5,38	4,70
MgO	4,20	5,30	10,31
CaO	9,52	10,47	14,48
Na^2O	2,25	2,18	0,95
K^2O	7,63	8,97	5,50
TiO^2	1,19	0,37	1,20
P^2O^5	0,58	0,56	0,38
ZrO^2	0,04	»	»
BaO	0,19	0,25	0,06
H^2O à 105°	0,72	»	0,11
» au rouge	0,57	0,45	0,51
	99,76	100,65	199,96

Syénites. — Ces roches sont grises, tachetées de noir, à grain moyen; leurs minéraux colorés sont : augite, mélanite, biotite d'un brun vert en proportions à peu près égales; les minéraux blancs ([3]) : leucite, haüyne, orthose, apatite. A part celle-ci, aucun de ces minéraux n'est automorphe; leur cristallisation a été à peu près simultanée, sauf pour l'orthose qui, par places, est le dernier formé; quelques cavités miarolitiques montrent tous ces minéraux avec des formes géométriques nettes. Par réduction du pourcentage en orthose, ces syénites passent à une missourite très leucocrate; elles s'en distinguent par la présence du mélanite qui manque en général dans les missourites. Inversement, une variété de

([1]) Je signalerai cependant une roche formée de biotite d'un brun rouge et de spinelle d'un vert presque noir que j'ai recueillie à Tavolato : SiO^2 25,71; Al^2O^3 32,30; Fe^2O^3 7,60; FeO 3,67; MnO 0,14; MgO 18,10; CaO 2,90; K^2O 5,78; Na^2O 1,80. P. f. 1,27. Total 99,96.

([2]) Analyses par M. Pisani (P) ou par M. Raoult (R).

([3]) Beaucoup de syénites leucitiques du Latium renferment de la wollastonite; je laisse de côté ce type pétrographique, considérant que la wollastonite est due à une dissolution du calcaire par le magma; c'est une roche à joindre aux types endopolygènes, qui feront l'objet d'une étude ultérieure.

syénite ne renferme ni augite, ni leucite, mais davantage de mélanite; en outre, les cristaux (b^1, a^2) de ce grenat sont très nets; peut-être est-ce dans la destruction de cette roche qu'il faut chercher l'origine des cristaux libres de ce minéral qui, localement, abondent dans le peperino (Frascati, lac d'Albano, etc.). Les analyses ci-dessous donnent la composition de ces syénites. On remarquera l'analogie de leur composition et de celle de la tavolatite qui est seulement un peu plus leucocrate (voir sa composition chimique dans ma précédente note); elles en constituent la forme grenue. Elles sont à comparer aux syénites leucitiques de la Somma; je ferai remarquer à nouveau la constance du grenat mélanite dans ce type pétrographique; elle souligne sa parenté avec les borolanites anciennes d'Écosse.

Syénites leucitiques : 4. Ariccia (P); 5. Albano (R). II.7'.2.2; 6. *Syénite à haüyne et mélanite* [1], Rocca Priora. II.8.'2.'3 (P).

	4.	5.	6.
SiO^2	46,80	46,10	46,11
Al^2O^3	19,10	20,64	20,01
Fe^2O^3	2,90	4,21	3,98
FeO	2,89	2,09	2,07
MgO	2,20	1,76	1,32
CaO	8,30	8,62	8,31
Na^2O	2,50	2,75	4,30
K^2O	10,80	9,32	8,83
TiO^2	1,11	1,20	1,32
P^2O^5	0,30	0,23	0,22
Cl	0,08	0,18	»
F	0,15	0,63	0,11
SO^3	0,23	0,13	»
BaO	n. d.	»	n. d.
H^2O à 105°	3,00	0,68	3,25
» au rouge		1,52	
	100,26	100,06	99,83

Missourites. — Les types les plus abondants parmi les roches grenues du volcan laziale sont les missourites : elles sont constituées par de la leucite grenue xénomorphe, de l'augite (d'un gris verdâtre en lames minces, verdissant sur les bords qui sont pléochroïques et possèdent un angle d'extinction sur g^1 (010) supérieur à 45°), de la biotite et de l'apatite. Un type moyen renferme à peu près les mêmes proportions de minéraux colorés que la missourite typique des Highwood Mountains (Montana), mais avec plus de mica et point d'olivine. Il existe tous les termes de passage pos-

(1) La haüyne de cette roche est altérée; dans la roche intacte la teneur en soude doit être plus élevée que dans cette analyse.

sible entre cette roche moyenne et d'autres, leucocrates (elles contiennent un peu d'augite et d'apatite, mais pas de biotite) ou mélanocrates, toujours très micacées ; celles-ci passent progressivement aux types holomélanocrates dont il a été question plus haut. Dans ces roches riches en minéraux colorés s'observent de grandes variations dans les proportions relatives de l'augite et de la biotite ; ce mica est tantôt uniformément réparti et tantôt localisé en plages de plus de 1cm englobant pœcilitiquement la leucite et l'augite automorphes ; quand il est très abondant et uniformément réparti, il s'oriente et la roche prend un aspect de micaschiste rappelant celui de la sébastianite de la Somma. Quelques-unes de ces missourites sont à si grands éléments qu'elles constituent de véritables pegmatites leucitiques.

Il faut aussi signaler des variétés microgrenues, des *micromissourites*, parfois un peu grenatifères, dans lesquelles des phénocristaux de biotite, d'augite et de leucite sont porphyriques au milieu d'une pâte holocristalline de même composition, dont la leucite est riche en inclusions d'augite.

Il m'a paru inutile de faire analyser les roches à peu près uniquement constituées par de la leucite ; les analyses ci-dessous donnent la composition de types de plus en plus riches en minéraux colorés.

Missourites : leucocrates ; 7. (P) et 8. (R) Albano. II(III).8.'2.2 ; mésocrates ; 9. Nemi (P) ; 10. riche en augite (micromissourite) Albano ; 11. très micacée (R). Monte Albano. III.8.2.2 ; mélanocrates : 12. à grandes lames pœcilitiques de biotite (R) ; très micacées et schisteuses, Monte Cavo : 13. (P) et 14 (R) [IV.8.2(3).2 | IV.1(2).2(3).2.1(2).

	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
SiO^2	50.50	49,64	49,15	45,90	40,80	49,00	47,62	45,44
Al^2O^3	16,40	16,76	13,00	14,12	14,85	9,15	9,00	8,30
Fe^2O^3	2,12	2,49	1,88	2,75	4,09	2,86	1,70	2,44
FeO	1,44	1,54	3,42	4,50	5,14	2,44	3,42	3,85
MgO	3,85	4,24	7,85	9,10	12,52	10,72	14,70	17,85
CaO	10,64	10,84	13,40	12,95	9,90	18,14	16,80	15,40
Na^2O	1,10	1,74	1,05	1,41	1,51	0,62	1,02	0,68
K^2O	11,20	10,39	6,38	6,75	7,08	5,75	4,32	3,91
TiO^2	0,53	0,80	1,34	1,61	2,40	0,80	1,26	1,60
P^2O^5	0,49	0,58	0,23	0,18	0,79	0,22	0,20	0,09
Cl	»	tr.	»	0,05	0,09	tr.	»	»
F	»	»	0,48	0,25	0,42	0,18	0,35	0,77
H^2O à 105°	2,23	0,18	2,37	0,65	0,34	0,04	0,20	0,10
» au rouge ..		0,93			0,47	0,35		0,18
	100,50	100,13	100,55	100,22	100,40	100,37 (1)	100,59	100,61

(1) Y compris BaO 0,10.

Jusqu'ici, la missourite constituait un type pétrographique isolé, connu dans un seul gisement. Les données qui viennent d'être exposées montrent que dans le Latium il existe *des* missourites formant une véritable famille pétrographique de composition qualitative simple, mais offrant des variations quantitatives très étendues; la roche typique du Montana prend place à peu près au milieu de cette série.

D'autre part, la comparaison de ces nouvelles missourites et des leucitites épanchées du même massif volcanique fait voir que ces dernières s'intercalent aussi dans cette même série pétrographique; elles occupent une place intermédiaire entre les missourites très blanches des analyses 7 et 8 et le premier des types mélanocrates; quant à la leucitite à olivine du Monte Cavo, elle est à comparer à la missourite de l'analyse 12.

Les relations existant entre les roches grenues rejetées par le volcan laziale et ses laves épanchées sont bien les mêmes que celles constatées entre les enclaves homœogènes de la Somma et les produits volcaniques du même volcan. En effet, la caractéristique pétrographique de la Somma et du Vésuve réside dans la nature feldspathique de leurs laves leucitiques (campanites, ottajanites, vésuvites); les types prédominants parmi les blocs homœogènes qui les accompagnent sont à la fois feldspathiques et leucitiques (orthose et plagioclases ou plagioclases seuls), alors qu'un type purement leucitique (missourite) est très exceptionnel. Les laves du Latium sont plus leucitiques et essentiellement dépourvues de feldspaths, tel est aussi le caractère des types dominants parmi leurs blocs homœogènes (missourites); ils sont accompagnés de types feldspathiques moins abondants.

Toutes ces observations permettent de préciser et de généraliser les conclusions auxquelles m'a conduit l'étude du volcan campanien en ce qui concerne les propriétés des magmas potassiques pauvres en silice. Au point de vue chimique, comme à la Somma, en effet, dans le Latium les produits extrêmes de la différenciation ne sont pas ultrabasiques; les variations de teneur en silice ne sont pas très considérables. Au point de vue minéralogique, la hornblende et l'olivine sont peu abondantes dans les roches leucitiques grenues de la Somma; elles manquent complètement dans celles du Latium décrites plus haut. Le pyroxène et surtout la biotite en sont les minéraux colorés constants. L'abondance du mica souligne l'existence dans le magma profond du fluor qui a été sans doute l'un des agents des transformations si intenses des calcaires métamorphisés accompagnant ces roches grenues. La richesse en haüyne des roches endopolygènes du

Latium montre d'ailleurs que le fluor n'a pas été le seul minéralisateur du magma, qu'il a été accompagné de composés du soufre et du chlore.

OCÉANOGRAPHIE. — *Le mésorhéomètre, instrument de mesure de la vitesse des courants intermédiaires entre le fond et la surface.* Note (¹) de M. **Yves Delage.**

Le bathyrhéomètre fournit un enregistrement continu de la direction et de la vitesse des courants de fond. La mesure des courants de surface est aisée à effectuer au moyen d'instruments dérivés du loch; mais pour ce qui est des courants intermédiaires entre le fond et la surface, il ne semble pas qu'ils aient beaucoup attiré l'attention, et cependant leur étude n'est pas sans intérêt, ne serait-ce que pour l'appréciation de la pression exercée sur des objets immergés à diverses profondeurs.

D'ailleurs, il ne semble pas qu'il soit nécessaire d'obtenir pour eux un enregistrement continu, s'il devient possible, comme il est légitime de l'espérer, de déduire leur vitesse par un simple calcul de celles des courants de fond et de surface dans le même lieu, lorsqu'on aura déterminé, une fois pour toutes, la loi de leur variation progressive au moyen d'un nombre suffisant de déterminations expérimentales. Peut-être l'analyse mathématique du phénomène permettrait-elle de trouver cette loi; mais ce procédé échappant à ma compétence, j'ai dû recourir à l'expérience et c'est pour ce but que j'ai imaginé le mésorhéomètre.

Le principe de cet instrument est d'une grande simplicité. Un objet lourd, volumineux et de forme géométrique simple est immergé à la profondeur voulue, suspendu par un câble de fils d'acier suffisamment résistant, mais assez souple et assez fin pour rester toujours rectiligne sous la tension du poids qu'il supporte. Ce câble passe sur une poulie surplombant la mer par le fait qu'elle est portée par un tangon débordant l'arrière du bateau; de là, le câble vient s'enrouler sur un petit treuil muni d'un linguet et fixé au mât. Supposons le bateau ancré : s'il n'y a pas de courant, le poids immergé donne au câble la direction du fil à plomb; si un courant survient, un conflit s'établit entre le courant, qui tend à écarter de la verti-

(¹) Séance du 17 décembre 1917.

calc le câble fortement tendu et rectiligne, et la pesanteur qui tend à l'y ramener.

Si l'on appelle P le poids dans l'eau du corps immergé, S la surface de sa projection sur un plan perpendiculaire à la direction du courant, k son coefficient de résistance en rapport avec sa forme géométrique, δ la densité de l'eau de mer et α l'angle du câble avec la verticale, on a

$$\frac{V^2}{2g} k\delta S \cos\alpha = P \sin\alpha,$$

d'où

$$V = C\sqrt{\tan g\alpha},$$

C représentant l'ensemble des constantes.

La seule variable à mesurer est l'angle α, et c'est aussi le seul point délicat de l'expérience.

Avant d'en venir à ce point, disons d'abord quelques mots du câble et du corps immergé. Le premier mesure $1^{mm},5$ de diamètre; il pourrait supporter plus de 100^{kg}; la tension à laquelle le soumettent les actions de la pesanteur et du courant sur le poids qu'il supporte suffisent à le rendre rigide et rectiligne. A l'objet immergé, j'ai donné tantôt la forme d'un cylindre à axe horizontal (tuyau de tôle galvanisée rempli de ciment et suspendu par une balancine), tantôt celle d'un panneau carré (plaque de tôle, soutenue en arrière par un cadre en fer cornière entretoisé) muni sur sa face postérieure de deux ailerons stabilisateurs [1].

Arrivons au point délicat qui est la mesure de l'angle α. Théoriquement, il suffirait pour le déterminer d'attacher en un point de la partie du câble qui est hors de l'eau un fil à plomb et de mesurer l'angle du fil à plomb avec le câble. Pour rendre le dispositif plus pratique, j'ai construit à

---

[1] Le cylindre présentant toujours au courant la même surface quelle que soit l'inclinaison du câble, $\cos\alpha$ n'intervient dans la formule qu'à la première puissance. Pour obtenir le même résultat avec le panneau carré, celui-ci a été suspendu de telle façon que les deux bras de la balancine s'attachent sur lui suivant une ligne droite horizontale, correspondant exactement au milieu de sa hauteur, par suite de quoi les pressions du courant sur ses moitiés supérieure et inférieure s'équilibrent toujours régulièrement, en sorte que le plateau maintenu vertical par un poids additionnel qu'il porte sur sa face postérieure, au niveau du bord inférieur, reste toujours vertical, c'est-à-dire perpendiculaire à la direction du courant, quelle que soit la force de celui-ci.

l'atelier de la Station un secteur en tôle d'acier mince et rigide d'environ 45 degrés d'ouverture ([1]). La graduation a été tracée en degrés sur l'arc du secteur, le zéro correspondant au milieu de la largeur d'une des branches. Pour faire coïncider le câble avec ce zéro d'une part, et le centre du secteur de l'autre, cette branche du secteur a été pourvue de deux petits retours d'équerre, formés en ployant le métal et percés chacun d'un petit trou dans lequel s'enfile le câble; ce dernier coïncide donc avec le rayon initial d'où part la graduation. Une pince à vis permet au secteur de glisser sur le cadre quand elle est desserrée, et le fixe quand elle est serrée au point quelconque qu'on a choisi. Du centre du secteur part un fil à plomb qui oscille devant la graduation et marque à chaque instant la valeur de l'angle α.

Tout cela est très simple et serait parfait si la mer était toujours calme comme un lac. Mais dans les conditions habituelles, le roulis et le tangage impriment au bateau des oscillations désordonnées qui rendent impossible toute lecture précise.

J'ai dû, pour y remédier, imaginer un système amortisseur qui, en laissant à la détermination de la verticale moyenne toute sa finesse, supprime les effets de ces variations brusques et momentanées de part et d'autre de sa position moyenne.

Le procédé auquel je me suis arrêté a été le suivant : j'ai fait construire un tube de verre bien calibré d'un diamètre intérieur un peu supérieur à 15^{mm} et je lui ai fait donner une courbure en arc de cercle bien régulière et d'un rayon un peu plus grand que celui du secteur, puis je l'ai fixé au moyen de deux pinces sur le secteur, parallèlement à son arc ([2]).

Ce tube a été fermé aux deux bouts, sauf un petit col pour le remplissage, après qu'on y eût introduit une bille d'automobile d'un diamètre à peine inférieur à son calibre intérieur. La bille circule librement dans le tube et se place toujours exactement au point le plus bas, indiquant ainsi par sa ligne de tangence la direction du fil à plomb. Pour transformer cet appareil aussi instable dans sa condition actuelle que le fil à plomb lui-même, il suffit

---

([1]) La figure représentant cet appareil n'a pu trouver place dans cette Note; on la trouvera dans le numéro du *Bulletin de l'Institut océanographique de Monaco* où sera publié très prochainement le Mémoire *in extenso* relatif au même sujet.

([2]) J'adresse ici tous mes remercîments à M. H. Pilon, 53, rue de Paris, à Asnières, qui a construit très habilement ce tube et qui, travaillant pour la Science, n'a voulu accepter aucune rémunération.

de remplir le tube avec de l'huile de vaseline dont la viscosité freine de façon très efficace les mouvements désordonnés de la bille, sans modifier sa position moyenne.

C'est au secteur ainsi muni de son *niveau amortisseur,* remplaçant le fil à plomb, que j'ai donné plus particulièrement le nom de *mésorhéomètre*.

Pour exécuter une expérience, on procède de la façon suivante : le bateau étant ancré en plein courant, avec une longueur de câble juste suffisante pour le maintenir afin de limiter au mieux les embardées, et le fil d'acier ayant été au préalable divisé par des traits de peinture, de 5^m en 5^m, on immerge d'abord le poids à quelques décimètres au-dessous de la surface, puis à 5^m, 10^m, 15^m, etc., par la manœuvre du petit treuil, en le laissant à chaque station juste le temps nécessaire pour faire une lecture et la noter en même temps que l'heure exacte. Lorsqu'on est arrivé au fond, on remonte par une manœuvre inverse, de 5^m en 5^m, aussi vite que possible, de manière à avoir pour chaque niveau de 5^m en 5^m deux lectures : l'une en descendant, l'autre en montant, et séparées l'une de l'autre par un intervalle de temps aussi faible que possible. On va voir dans un instant l'utilité de cette manière de procéder. Une demi-heure après, lorsque le courant de marée s'est modifié dans un sens ou dans l'autre, on recommence une double série de mesures, et ainsi de suite autant de fois que l'on veut pendant toute la marée.

J'ai d'abord fait un certain nombre d'expériences préliminaires en vue de déterminer les conditions optima non seulement de l'instrument de mesures, mais aussi de l'appareil immergé, forme, poids, surface. Puis j'ai commencé les expériences définitives et je donne ci-dessous comme exemple les résultats de l'une d'elles.

Elle a été faite le 14 novembre de cette année, avec le plateau à ailerons stabilisateurs, sur la basse d'Astan, à 3 milles environ de la côte, par une profondeur de 31^m au commencement et $32^m,25$ à la fin de l'expérience, par une marée moyenne ayant pour coefficient 82; le temps était beau et la mer modérément agitée. Le Tableau ci-dessous donne, pour chaque profondeur, l'angle observé ainsi que la racine de la tangente de cet angle, qui est proportionnelle à la vitesse du courant, et cette vitesse elle-même, obtenue en multipliant $\sqrt{\operatorname{tang}\alpha}$ par le coefficient constant C [1].

---

[1] Dans le cas actuel on a

$$C = \sqrt{\frac{2gP}{\delta kS}} = \sqrt{\frac{2 \times 981 \times 17760}{1,03 \times 1,25 \times 3740}} = 85,067 \text{ (en unités C. G. S.).}$$

Profondeur en mètres au-dessous de la surface.	Descente : $1^h 50^m$ avant la demi-marée. Durée : 13 minutes.			Montée : $1^h 28^m$ avant la demi-marée. Durée : 27 minutes.			Descente : $1^h 4^m$ avant la demi-marée. Durée : 12 minutes.			Montée : $0^h 50^m$ avant la demi-marée. Durée : 13 minutes.			Vitesse moyenne.
	Angle α.	$\sqrt{\operatorname{tg} \alpha}$.	Vitesse.	Angle α.	$\sqrt{\operatorname{tg} \alpha}$.	Vitesse.	Angle α.	$\sqrt{\operatorname{tg} \alpha}$.	Vitesse.	Angle α.	$\sqrt{\operatorname{tg} \alpha}$.	Vitesse.	
1	6°	0,3242	27.58	25°.30′	0,6906	58,75	32°	0,7905	67.25	45°	1,0000	85.07	59.66
5	7	0,3504	29,80	20	0.6033	51,30	31	0,7751	65,94	45	1,0000	85,07	58,02
10	7	0,3504	29,80	15.30′	0.5266	44,80	29.30′	0,7522	63,99	40	0,9160	77,91	54,12
15	7.30′	0.3628	30.85	15	0,5176	44,05	29.30′	0.7522	63,99	34	0,8213	69,87	52,19
20	7.30′	0,3628	30,85	14	0,4993	42,48	28.30′	0.7377	62,75	29	0.7445	63.32	49,85
25	10	0.4199	35,70	11.30′	0.4511	38,38	28.30′	0.7377	62,75	26	0,6984	59,40	49,05
30	11	0,4409	37,50	11	0,4409	37,50	28.30′	0,7377	62,75	28.30′	0,7377	62,75	50,12

Les mesures étant prises en C.G.S., les vitesses sont obtenues en centimètres par seconde. Rappelons que le mille marin à l'heure ou le nœud de vitesse des marins correspond à $51^{cm},44$ par seconde.

Ce Tableau donne lieu à diverses remarques.

1° La vitesse du courant à une même profondeur va toujours en croissant de la première expérience à la dernière. Cela s'explique aisément si l'on remarque que les quatre expériences se placent entre l'étale de basse mer et la demi-marée suivante, c'est-à-dire dans une phase où la vitesse du courant va en s'accélérant de façon progressive;

2° Si l'on compare la vitesse à des profondeurs croissantes, on voit que sa variation, quoique généralement positive, n'est pas du tout régulière : pendant la descente elle est faible et souvent nulle; pendant la montée, au contraire, elle est presque toujours très notable.

En somme, rien de bien net ne pourrait être déduit de la comparaison de ces chiffres. Cela tient à ce que la variation dépend de deux variables indépendantes qui tantôt s'ajoutent, tantôt se retranchent l'une de l'autre. En effet, par le fait que, au fur et à mesure que l'expérience progresse, on se rapproche de la demi-marée, la vitesse du courant croît avec le temps. Ce phénomène est bien connu, et l'on en a donné une valeur approximative en disant que, dans les 6 heures qui séparent une étale de l'étale suivante, la vitesse varie proportionnellement aux nombres 1, 2, 3, 3, 2, 1, la vitesse maxima 3 correspondant à la demi-marée. Mais ces données ne sont pas assez précises pour permettre d'isoler cette variable par le calcul. D'autre part, à mesure qu'on s'éloigne de la surface, la vitesse du courant va en diminuant; elle diminue donc avec le temps pendant la descente et se retranche de la variation positive due au progrès de la marée; au contraire, elle augmente avec le temps pendant la montée et s'ajoute alors à la variation due au progrès de la marée.

Ainsi, si l'on compare la différence due à la profondeur entre 10^m et 20^m par exemple, on voit que la valeur correspondant à 20^m sera, par rapport à la valeur correspondant à 10^m, trop forte pendant la descente et trop faible pendant la montée, d'où les incohérences marquées par la courbe que fourniraient les chiffres absolus du Tableau.

Mais si l'on fait la moyenne des valeurs observées à la montée et à la descente pour chaque profondeur, on voit que les variations surajoutées, dues à l'accélération du courant avec le temps, tendent à s'annuler par le fait que, à la descente, l'appareil passe par exemple, par 10^m avant d'arriver à 20^m, tandis qu'à la montée il passe par 20^m avant d'arriver à 10^m. Pour que la correction soit parfaite, il faudrait que l'accélération de la vitesse du courant de marée avec le temps soit figurée par une droite oblique et que la durée du passage d'un niveau à l'autre soit constante. Or, aucune de ces conditions n'est remplie, mais, en raison du peu de durée de chaque expérience, l'erreur moyenne n'est pas très grande. Les dernières colonnes du Tableau qui donnent les moyennes des quatre expériences montrent en effet d'une façon frappante une variation progressive et continue, qui tranche sur l'incohérence des autres colonnes et qui peut être considérée sans grosse erreur comme représentant la variation de vitesse suivant la profondeur, indépendamment de la variation de vitesse due aux progrès de la marée [1].

Il résulte de là que pour obtenir du mésorhéomètre des indications valables, il faut faire toujours les observations par paires, les deux d'une même paire étant aussi rapprochées que possible l'une de l'autre dans le temps.

J'arrêterai ici cette étude préliminaire, conscient que des expériences nombreuses et très variées sont nécessaires pour fournir les éléments d'où l'on pourra peut-être déduire la loi de variation du courant suivant la profondeur et établir la formule permettant de calculer sa vitesse à un niveau quelconque, quand on connaîtra par le loch sa vitesse à la surface et par le bathyrhéomètre sa vitesse au fond.

---

[1] Seul, le dernier chiffre de la deuxième montée ($28^o,5$) est aberrant : il est plus fort que le précédent, bien qu'il dût être plus faible de par l'un et l'autre facteur. Cela tient à ce que la variation de la marée avec le temps ne se fait pas de façon progressive, mais par à coups. Tous les pêcheurs savent bien qu'au moment où une bouée commence à émerger par suite de l'approche de l'étale, on la voit parfois disparaître de nouveau sous l'eau pendant plusieurs minutes, par suite d'un regain momentané de vitesse du courant.

ZOOLOGIE. — *Sur l'origine marine du genre* Salmo. Note [1] de M. G.-A. **Boulenger.**

Je demande à l'Académie la permission de revenir sur la question de l'origine marine du genre *Salmo* pour répondre aux objections de M. Louis Roule [2].

M. Roule nous dit que *Salmo salar* « ne se rencontre que dans les bassins hydrographiques qui dépendent de l'océan Atlantique au-dessus de 42° latitude nord », mais que, « par contre, les Truites à vie permanente en eau douce (*Salmo fario* et ses variétés) habitent non seulement ces bassins, mais encore plusieurs de ceux qui se déversent dans la Méditerranée occidentale; elles s'étendent même jusqu'à l'Afrique septentrionale ». Il pense que « leur aire d'habitat étant plus vaste que celle des formes migratrices, et moins circonscrite, on peut en conclure que l'espèce à grande répartition possède une valeur primitive par rapport aux espèces de répartition restreinte ».

Ceci n'est pas tout à fait exact. M. Roule ne peut ignorer qu'aucun *Salmo* du groupe de *S. fario*, ni rien qui s'en rapproche, n'existe à l'état indigène dans le Nouveau-Monde. La distribution de *S. fario*, prenant ce terme dans le sens le plus large, s'étend de l'Islande et du nord de l'Europe à l'Atlas, à l'Asie Mineure, à la Transcaucasie, au nord de la Perse, au versant nord de l'Hindou Kouch entre 3000^m et 3500^m d'altitude. Son aire s'étend donc sur environ 90° de longitude et 40° de latitude. *S. salar* habite l'Europe depuis l'Islande, la Laponie et le nord de la Russie jusqu'au nord du Portugal, l'Amérique du Nord depuis le Labrador et la baie d'Hudson jusqu'à la baie de Delaware, entre 39° et 65° latitude nord, une étendue de 140° de longitude et 35° de latitude. L'argument est renversé. Chacun de ces types, à exigences assez différentes, a étendu son aire géographique aussi loin que ses facultés d'adaptation le lui ont permis, voilà tout.

La moindre extension vers le Sud des formes anagames comparées aux ménogames s'explique tout simplement par l'origine incontestablement

---

[1] Séance du 17 décembre 1917.

[2] *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 721.

arctique des Salmonides telmatotoques et potamotoques ([1]). On ne peut douter que les formes méridionales de *S. trutta* soient dérivées de celui-ci par une foule d'étapes à passages insensibles, comme le prouve la difficulté de définir les races si nombreuses de cette espèce polymorphe et plastique, et il ne faut pas oublier que, contrairement à la règle, certaines Truites septentrionales, à peine séparables de la var. *fario*, descendent dans les estuaires; aussi que *S. fario* introduit aux antipodes est redevenu une Truite anagame ou Truite de mer. Pour le Saumon, la barrière a été la température de la surface de la mer et des cours inférieurs des rivières au Sud de 40° latitude nord, température à laquelle les Truites plus méridionales, toutes ménogames, ont pu se soustraire grâce à l'altitude des cours d'eau ou des lacs dans lesquels elles sont parvenues à se cantonner. Tout ceci, à mon avis, confirme pleinement la théorie de l'origine arctique et marine du genre *Salmo*, admise d'ailleurs de plus en plus généralement aujourd'hui.

A l'appui de cette théorie je pourrais faire appel à certains caractères morphologiques indiquant la dérivation de *S. fario* de *S. trutta*, mais ils ne seraient pas aussi frappants que l'exemple tiré du groupe si naturel des *Salmo* qui habitent le versant Pacifique de l'Amérique (*S. quinnat*, *S. Gairdneri*, *S. irideus*, etc.) et qui reproduisent parallèlement, et plus en grand, la série Atlantique. La réduction des rayons blanchiostèges doit être considérée comme une spécialisation, le nombre de ces rayons étant plus élevé chez les formes primitives de Malacoptérygiens (Halécoïdes d'Agassiz). Or, nous trouvons un nombre supérieur (12 à 20) chez celles des diverses espèces du versant Pacifique qui sont le plus essentiellement marines, plus encore que notre Saumon d'Europe, tandis qu'il est réduit (10 à 12) chez les espèces ménogames dont la forme terminus (*S. Nelsoni*) habite le Mexique près du tropique du Cancer, le point méridional extrême de la distribution des Salmonides potamotoques. Cette série me paraît absolument démonstrative.

Le second argument, tiré d'observations faites par M. Roule sur le

---

([1]) Il me semble qu'on peut, selon les cas, se servir à la fois des termes proposés par M. Roule et par moi, ceux-ci exprimant la migration, le voyage de noces, ce que ne font pas ceux-là, qui exigent l'adjonction des mots *migrateurs* ou *sédentaires* pour rendre la même pensée. Il n'y a pas double emploi. Le terme *potamotoques* est inadmissible pour les formes exclusivement lacustres; je propose donc celui de *telmatotoques* pour les désigner.

degré de richesse en oxygène dissous des eaux où frayent le Saumon et la Truite en France, observations qui auraient besoin d'être vérifiées sur d'autres points de l'habitat de ces deux espèces ([1]), tombe quand on envisage les Salmonides dans leur ensemble, y compris les types exclusivement lacustres, qu'on peut diviser en *oxthétoques* (qui frayent près des rives, comme *Salmo alpinus*, var. *salvelinus*, *Coregonus lavaretus* et *C. hiemalis*) et en *bathytoques* (qui frayent dans les profondeurs, comme *Coregonus fera* et *C. bezola*). Je considère ces derniers comme biologiquement les plus éloignés de la souche.

Je suis surpris que M. Roule fasse appel à la grosseur des œufs pour la solution du problème en question. La dimension minime des œufs chez les Salmonides thalassotoques ne peut être invoquée, car ceux-ci sont assez éloignés des genres potamotoques et ne peuvent être considérés comme représentant leurs ancêtres, étant sous bien des rapports plus spécialisés : ils appartiennent à des lignées d'évolution distinctes, comme l'indique la classification que j'ai proposée en 1904.

Selon M. Roule, les œufs de Saumon mesurent de 5^{mm} à 6^{mm}, tandis que ceux des Truites restent habituellement compris entre 4^{mm} et 5^{mm}, et il est d'avis que, chez les Salmonides qui pondent en eaux douces, les espèces à œufs les moins volumineux sont les plus primitives. Ces données ne s'accordent pas du tout avec celles que fournissent les auteurs qui se sont livrés à une étude spéciale de la question. Je renvoie surtout à l'ouvrage très documenté de Francis Day, *British and Irish Salmonidæ*. Il est à noter que la grandeur des œufs peut varier avec la taille du poisson. C'est ce qu'ont bien établi les observations faites à l'établissement de pisciculture de sir James Maitland, à Howeitoun, en Écosse, où il a été reconnu que le *Salmo fario* de la race *levenensis* produit, selon la taille à laquelle il est parvenu, des œufs variant entre $4^{mm},5$ et 7^{mm} de diamètre. D'après Fatio, les œufs mesurent de $4^{mm},7$ à $6^{mm},5$ chez la Truite ménogame de Suisse et,

---

([1]) Mes doutes sont déjà confirmés. Depuis que j'ai écrit cette Note, M. J.-A. Hutton, dont l'opinion fait autorité en tout ce qui concerne la biologie du Saumon, m'a informé qu'il vient de rentrer d'une visite d'inspection aux frayères de la Wye (affluent de la Severn) où il a vu ce poisson déposer ses œufs en eaux très rapides et très riches en oxygène ainsi qu'en d'autres à courant très faible et par conséquent moins chargées de cet élément. Ce dernier fait n'est pas nouveau pour lui, il l'a constaté maintes fois au cours d'observations s'étendant sur plusieurs années; il a aussi eu l'occasion de voir le Saumon et la Truite ménogame établir leur frayères à quelques mètres l'un de l'autre, en eau en tous points semblable.

d'ordinaire, 5mm à 6mm chez le Saumon du Rhin. Donc, selon cet auteur, dont les travaux sur les Salmonides de Suisse jouissent d'une réputation méritée, pas de différence constante entre les deux espèces sous ce rapport. Livingston Stone a pu constater que certaines races de *S. fontinalis* des États-Unis pondent des œufs de moitié plus petits que la normale. Enfin, et ceci est absolument concluant, à l'encontre de la théorie que je combats, chez le *S. salar* ménogame de l'Amérique du Nord les œufs sont plus petits que chez le *S. salar* anagame, dont on le considère unanimement comme dérivé. La forme migratrice, à œufs plus grands, est la plus primitive. J'ajouterai que chez les Corégones, plus spécialisés, à beaucoup d'égards, que les Saumons et les Truites, et qui sont compris parmi les « Salmoninés qui pondent en eau douce », les œufs ne mesurent que 2mm à 3mm,5 de diamètre, même chez les plus grandes espèces telles que le *Coregonus clupeiformis* des grands lacs de l'Amérique du Nord, qui peut atteindre le poids de 10kg [1].

Comme le genre *Coregonus* constitue dans son ensemble un groupe plus évolué que le genre *Salmo* [2], la petitesse relative des œufs, chez les anagames comme chez les ménogames, est en contradiction avec les vues que je me suis efforcé de réfuter.

On ne connaît encore aucun exemple, appuyé sur des arguments sérieux, d'un poisson d'eau douce, d'un groupe fixé comme tel, ayant fait retour à la vie marine. Certains Salmonides feraient exception selon M. Roule; or, tout ce que nous savons de leur morphologie et de leur biologie démontre qu'il n'en est pas ainsi.

---

(1) Günther, en 1866, a fait allusion à la petitesse des œufs de *Brachymystax* parmi les caractères génériques de ce type ménogame faisant, au point de vue morphologique, le passage de *Salmo* à *Coregonus*.

(2) *Argentina*, *Osmerus*, *Salmo*, *Coregonus*, *Thymallus* représentent, au point de vue biologique, les degrés de l'échelle de la vie exclusivement marine à la vie exclusivement dulcaquicole chez les Salmonides. Il est à noter qu'en dedans du cercle polaire toutes les espèces passent au moins une partie de leur vie en mer. « La distribution actuelle des espèces et les allures remuantes de celles qui vivent encore dans les eaux salées, ainsi que l'étude comparée des modifications apportées, dans les formes et les dimensions, par les conditions d'éloignement et d'élévation du lieu de séquestration, semblent établir d'une manière péremptoire que la plupart des Corégones habitant aujourd'hui les eaux douces, jusqu'à de grandes distances des mers, doivent avoir une origine commune, à la fois marine et septentrionale, et descendre de types anciens relativement peu nombreux et peu à peu modifiés en divers sens dans différents milieux. » (V. Fatio, *Faune des Vertébrés de la Suisse*, t. 5, p. 57.)

Comme le dit M. Edmond Perrier [1], les Plésiosaures, les Ichthyosaures, les Mosasaures, ainsi que les Tortues et les Serpents de mer actuels, sont les descendants de types d'eaux douces, eux-mêmes issus de types terrestres; donc, en tant que Reptiles, et à moins de remonter à l'origine des Vertébrés, aucun n'a fait retour à la vie marine, contrairement au cas qui se présenterait dans un même ordre, une même famille de la classe des Poissons, lesquels, à l'inverse des Reptiles, ont pris naissance en eaux marines. Il y a là une différence, bien établie par la Paléontologie, qu'il ne faut pas perdre de vue et que M. Perrier a omis de faire ressortir en invoquant cet argument à l'appui de l'opinion de M. Roule.

M. **Yves Delage** fait hommage à l'Académie des deux Mémoires qu'il vient de publier sous le titre : *Étude du bathyrhéomètre et premiers résultats de son emploi*, et *Adaptation du bathyrhéomètre à l'anémomètre*.

M. **Charles Richet** offre à l'Académie l'Ouvrage suivant :

Physiologie. Travaux du laboratoire de M. Charles Richet. Tome VII. [*Vivisection. Anaphylaxie. Humorisme. Leucocytose.*] 1 vol. in-8°, de 452 pages. Paris, F. Alcan, 1917.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *Vasseur*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 31,

M. Georges Friedel obtient	. . . .	30 suffrages
M. Bigot »	. . . .	1 suffrage

M. **Georges Friedel**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 748.

PLIS CACHETÉS.

M. Gaston Julia demande l'ouverture de quatre plis cachetés reçus dans les séances des 4 juin, 27 août, 17 septembre et 10 décembre 1917, et inscrits sous les nos 8401, 8431, 8438, 8466.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Président, renferment les Notes suivantes :

1° *Sur les transformations ponctuelles* (pli n° 8401);
2° *Sur les substitutions rationnelles* (deuxième Note) (n° 8431);
3° *Sur les substitutions rationnelles* (n° 8438);
4° *Sur l'itération des fractions rationnelles* $z_1 = \varphi(z)$ (n° 8466).

(Renvoi à l'examen de M. G. Humbert.)

M. G. Mazères demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 17 septembre 1917 et inscrit sous le n° 8437.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *Métroradioscope différentiel.*

(Renvoi à l'examen de M. M. Hamy.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Maurice Caullery. *Les Universités et la vie scientifique aux États-Unis.* (Présenté par M. E. Roux.)

2° Société chimique de France. *Le centenaire de Charles Gerhardt.* (Présenté par M. A. Haller.)

3° S. Josefa Ioteyko. *La science du travail et son organisation.* 1 vol. in-12, de 260 pages. Paris, F. Alcan, 1917. (Présenté par M. Charles Richet.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des séries de Fourier et des séries de Taylor.* Note de MM. **G.-H. Hardy** et **J.-E. Littlewood**, présentée par M. Hadamard.

1. M. Fatou a considéré dans sa Thèse (¹) les séries trigonométriques

$$\frac{1}{2}A_0 + \sum A_n = \frac{1}{2}a_0 + \sum (a_n \cos n\theta + b_n \sin n\theta) \tag{1}$$

satisfaisant aux conditions

$$\lim n a_n = 0, \qquad \lim n b_n = 0; \tag{2}$$

et il a donné une condition nécessaire et suffisante pour qu'une telle série, qui est évidemment la série de Fourier d'une fonction sommable $f(\theta)$, soit convergente. Nous allons généraliser le résultat de M. Fatou en remplaçant les conditions (2) par les conditions plus générales que $|na_n|$ et $|nb_n|$ soient bornées.

On a, en effet, le théorème suivant :

Théorème I. — *Pour que la série*

$$a_0 + \sum (a_n \cos n\theta + b_n \sin n\theta) \sim f(\theta),$$

où

$$|n a_n| < 1, \qquad |n b_n| < 1. \tag{3}$$

soit convergente pour une valeur donnée de θ, il faut et il suffit que

$$\Phi(\alpha) = \frac{1}{2\alpha}\int_{\theta-\alpha}^{\theta+\alpha} f(t)\,dt \tag{4}$$

tende vers une limite déterminée quand α tend vers zéro.

a. La condition est suffisante. C'est une conséquence presque immédiate des théorèmes connus concernant la sommabilité des séries divergentes. D'après un théorème de M. Lebesgue (²), l'existence de la limite (4) entraîne la sommabilité de la série $\sum A_n$ par les moyennes de Cesàro d'ordre 2.

(¹) *Acta mathematica*, t. 30.

(²) *Mathematische Annalen*, t. 61.

Mais, $|nA_n|$ étant borné, la sommabilité de la série entraîne sa convergence ([1]). On pourrait l'établir autrement en démontrant (au moyen de l'intégrale de Poisson, comme le fait M. Fatou) l'existence de la limite

$$\lim_{r=1} \sum A_n r^n,$$

et en faisant application d'un théorème de Littlewood ([2]).

b. La condition est nécessaire. La démonstration se fonde sur le lemme suivant : *La série $\sum A_n$ étant convergente, on a*

$$\lim_{m=\infty} m^{-p} \sum_1^m n^p A_n = 0,$$

UNIFORMÉMENT POUR TOUTES LES VALEURS ENTIÈRES POSITIVES DE p. Cela étant, nous posons

$$m = k\left[\frac{1}{\alpha}\right] \qquad (k>1)$$

(d'où

$$\frac{1}{2}k < m\alpha \leqq k,$$

pour les valeurs suffisamment petites de α), et nous supposons, pour simplifier l'écriture, que $a_0 = 0$. Alors on a

$$\Phi(\alpha) = \sum_1^\infty A_n \frac{\sin n\alpha}{n\alpha} = \sum_1^m + \sum_{m-1}^\infty = \Phi_1 + \Phi_2;$$

$$|\Phi_2| < \frac{1}{\alpha} \sum_{m+1}^\infty \frac{1}{n^2} < \frac{1}{m\alpha} < \frac{2}{k}$$

et

$$\Phi_1 = \sum_1^m A_n \sum_0^\infty \frac{(-1)^p (n\alpha)^{2p}}{(2p+1)!} = \sum_0^\infty \frac{(-1)^p \alpha^{2p}}{(2p+1)!} \sum_1^m n^{2p} A_n,$$

d'où

$$\left|\Phi_1 - \sum_1^m A_n\right| < \varepsilon \sum_1^\infty \frac{(m\alpha)^{2p}}{(2p+1)!} < \varepsilon\, e^{m\alpha} \leqq \varepsilon\, e^k$$

([1]) HARDY, *Proc. London Math. Soc.*, t. 8.

([2]) *Proc. London Math. Soc.*, t. 9.

pour $m > m_0(\varepsilon)$. Donc

$$\left| \Phi - \sum \Delta_n \right| < \frac{2}{k} + \varepsilon e^k + \varepsilon$$

pour $m > m_0(\varepsilon)$. Le nombre positif δ étant donné, on peut prendre

$$k = \frac{4}{\delta}, \qquad \varepsilon = \frac{\delta}{3} e^{-k};$$

et l'on en tire

$$\left| \Phi - \sum \Delta_n \right| < \delta$$

pour $m > m_0(\delta)$, c'est-à-dire pour $0 < \alpha < \alpha_0(\delta)$; ce qui achève la démonstration du théorème.

2. Dans le même ordre d'idées, nous avons démontré un théorème analogue concernant les séries de Taylor.

Théorème II. — *Soit* $|na_n| < 1$. *Alors, pour que la série* $\sum a_n$ *soit convergente, il faut et il suffit que*

$$\Phi(x) = \frac{1}{1-x} \sum \frac{a_n}{n+1} (1 - x^{n+1}) \qquad (|x| < 1)$$

tende vers une limite déterminée quand x *tend vers un suivant un chemin simple continu quelconque* C.

C'est une généralisation des théorèmes 49 et 50 de notre Mémoire : *Contributions to the arithmetic theory of series* (¹). Là, nous avons supposé que na_n tend vers zéro.

Nous dirons que le chemin C est *régulier* s'il s'approche du point $x = 1$ dans une direction déterminée (qui peut d'ailleurs être tangente au cercle $|x| = 1$). Cela étant, il suffit, en particulier, pour la convergence de la série $\sum a_n$, que $f(x) = \sum a_n x^n$ tende vers une limite déterminée quand x tend vers un suivant un chemin régulier quelconque C. Mais cette condition n'est pas nécessaire. Si l'on pose

$$a_n = \frac{1}{n \log n} \sin \frac{n\pi}{r} \qquad (n_r = e^{e^r},\ n_r < n < n_{r+1}),$$

la série $\sum a_n$ est convergente. Mais $f(x)$ ne tend vers aucune limite déterminée quand C a un ordre de contact assez élevé avec le cercle.

(¹) *Proc. London Math. Soc.*, t. 2.

MÉCANIQUE. — *Mesure de l'intensité du champ de pesanteur : Pendule de Galilée et tube de Newton.* Note de M. **Guillet**, présentée par M. Appell.

Le pendule est un instrument remarquable. D'une part, son histoire est étroitement liée à l'histoire même des progrès de la Physique, et d'autre part, il a reçu deux applications fondamentales : 1° la mesure du temps ; 2° la mesure de g, et par extension de la dynamique de Galilée, d'un champ d'origine quelconque.

Bien qu'il soit d'opinion courante que rien en cela ne saurait remplacer le pendule avec quelque avantage, il est évident que l'emploi *exclusif* du pendule pour la mesure précise du champ de pesanteur n'est pas justifié; et il conviendrait d'utiliser, de préférence, un tube de Newton convenablement disposé.

Si l'on part de la formule du pendule

$$g = 4\pi^2 l \left(\frac{n}{t}\right)^2 \varphi^2(\alpha), \tag{1}$$

la technique opératoire consiste à déterminer : 1° la longueur l; 2° une fréquence, c'est-à-dire un nombre d'oscillation n et un temps t. Quant à la série $\varphi(\alpha)$, elle sert au calcul de la correction dite *de réduction à l'amplitude infiniment petite* qui exige seulement le relevé approché d'amplitudes d'oscillation.

Avec un tube de Newton on aurait aussi à mesurer une longueur h et un temps t puisque $g = \frac{2h}{t^2}$.

En ce qui concerne la longueur, l'avantage appartient avec évidence à la seconde méthode puisque la longueur h s'y trouve nettement définie et directement accessible, alors qu'il faut, au préalable, ajuster le pendule de façon que les arêtes des couteaux deviennent des axes réciproques avant de procéder à la mesure de l; ou encore déterminer une masse et des longueurs auxiliaires si l'on opère selon Borda, cette dernière méthode ne supprime pas d'ailleurs l'opération d'ajustement : pour que le couteau n'intervienne pas dans le calcul de l, il faut en effet régler les choses de manière que le couteau oscille seul dans le même temps que le pendule complet [1].

---

[1] On peut encore, comme l'a réalisé Bessel, tirer g de la mesure des durées d'oscillations T_1 et T_2 d'un pendule à fil raccourci ou allongé de L, une toise de France,

Comme dans les deux cas $g = jt^2$ si l'on doit déterminer g avec une erreur relative de p^{-1} ième, il faut mesurer le temps avec une erreur relative de moins de $2p^{-1}$ ième.

A ce point de vue le pendule, en raison de la longue durée de son fonctionnement, semble reprendre l'avantage; par application de la *méthode des concours* de de Mairan il se prête à une comparaison directe de sa période avec celle du pendule unité, si bien qu'alors on obtient tout à la fois les valeurs de n et de n' pour les deux pendules, entre deux coïncidences, c'est-à-dire au cours d'une même durée et par suite une valeur apparemment fort exacte de T.

Mais tout cela ne va pas sans difficultés. Aucune des conditions de la théorie ne se trouve pleinement réalisée : le pendule n'oscille pas autour d'une droite horizontale, mais sur un couteau dont le profil est mal défini, s'appuyant sur un plan matériel dont la dureté relative, la courbure et la pente interviennent; il se meut d'ordinaire au sein de l'atmosphère et non point dans le vide; il n'est pas indéformable; le support n'est pas inébranlable; la pression atmosphérique, l'état hygrométrique et la température, et peut-être le pendule unité, varient au cours de l'opération qui est fort longue, etc. Toutes ces influences perturbatrices, signalées par divers physiciens français et anglais, ont été systématiquement étudiées par Bessel, à l'occasion des recherches patientes qu'il a poursuivies à l'Observatoire de Königsberg; les procédés de correction qu'il a élaborés, et qui exigent l'emploi d'un *pendule à réversion de forme extérieure symétrique et à couteaux interchangeables*, mettent en saisissant relief les causes d'erreur de tous ordres qui interviennent dans la méthode du pendule et les complications que la recherche de leur élimination entraîne.

Avec le tube de Newton, rien de pareil; aucune difficulté de construction; plus de réaction possible du support soit par entraînement, soit par trépidation du sol, puisque le mobile est libéré de tout contact avec l'extérieur; aucune déformation élastique à redouter; élimination de toute action de viscosité, de pression ou autres, puisque rien n'est plus aisé que d'opérer dans le vide en raison de l'extrême simplicité de l'appareil et de la brièveté de l'expérience, etc.

A un autre point de vue, un tel appareil installé dans un laboratoire four-

---

entre deux déterminations de la période

$$g = \frac{4\pi^2}{T_2^2 - T_1^2} L\varphi^2(\alpha).$$

nirait, par l'adoption d'une chute de hauteur fixe, non pas à proprement parler un *étalon de temps*, mais une *durée invariable* utile.

Voici, *en principe*, comment j'ai disposé les choses, dans des essais concluants réalisés en 1912 :

Une pile P et un électro-aimant E font partie d'un circuit comprenant les contacts c_1 (station supérieure) et c_3 (station inférieure) *d'abord fermés*. Le corps S_1 de forme sphérique, suspendu à la lame ressort A_1B_1 par le fil a, fléchit cette lame vers le bas; dès qu'on produit la rupture du fil a, le ressort A_1B_1 se relève et le circuit s'ouvre en c_1, le départ du corps est donc signalé par le retour à sa position de repos de l'armature de l'*électro* E. Bientôt, le ressort A_1B_1, prenant appui en c_2 sur l'extrémité de la vis e_2, rétablit le circuit de la pile, et arme l'électro. Dès que le corps parvient en S_2, au terme de sa chute, la lame ressort A_2B_2 est fléchie vers le bas, le circuit se trouve ainsi ouvert en c_3 et un nouveau retour de l'armature à sa position de repos signale l'arrivée du mobile. Comme l'électro fonctionne rigoureusement dans les mêmes conditions, *à tous les points de vue*, au départ et à l'arrivée il ne saurait introduire de retard qui lui soit propre (1).

Rien n'est plus simple que de substituer des signaux lumineux aux signaux électriques ou encore d'employer ces signaux simultanément : il suffit de faire servir les ruptures du circuit en c_1, c_3 à produire des étincelles entre les pôles d'un petit éclateur excité par une bobine d'induction convenable (2).

J'indiquerai ailleurs le détail de la construction et de l'installation de l'appareil, de la mesure de la hauteur de chute et surtout de la mesure du temps conduisant à l'approximation que l'on est en droit d'exiger pour g. Par cette Note, je désire surtout suggérer, qu'en raison des progrès accomplis dans la mesure des longueurs et des durées brèves au cours des XVIIIe et XIXe siècles, le tube de Newton doit désormais prendre la place qui lui revient dans nos techniques.

---

(1) Dans d'autres essais, j'ai employé deux électros et un corps S en fer très doux; le circuit de l'électro placé à la station inférieure n'est fermé qu'au moment où le mobile prend contact avec lui et le corps se trouve du même coup immobilisé par attraction.

(2) On peut aussi se servir de la disparition ou de l'apparition, commandée par le corps, d'une fine image produite par un faisceau permanent de lumière dirigée au moyen de lentilles et de deux prismes à réflexion totale.

ASTRONOMIE. — *Sur une détermination à l'astrolabe à prisme de la latitude de l'Observatoire de Paris*. Note de Mme **E. Chandon**, présentée par M. B. Baillaud.

Les observations que j'ai faites à l'astrolabe à prisme grand modèle de MM. Claude et Driencourt, dans le courant de l'année 1916, m'ont conduite à une nouvelle détermination de la latitude de l'Observatoire de Paris. Je rappelle que le principe de l'astrolabe à prisme repose sur la méthode des hauteurs égales de Gauss généralisée.

Du 31 mai au 7 août, 19 séries d'observations ont donné un total de 819 étoiles. Ces observations, faites avec le grossissement 150, ont été enregistrées au moyen d'un manipulateur électrique sur le chronographe imprimant de P. Gautier.

Pour dresser le cahier de calages, je me suis servie de la liste générale provisoire d'étoiles fondamentales préparée par M. Lagarde et publiée dans la *Connaissance des Temps de* 1914. Les positions des étoiles que j'ai observées ont été prises dans le Catalogue de Lewis Boss.

On sait que chaque observation à l'astrolabe fournit une équation de la forme

$$(E) \qquad x \sin Z + y \cos Z + \Delta S_a = d,$$

où d et Z sont fonctions de la latitude et des coordonnées équatoriales de l'étoile observée; x, y et ΔS_a sont inconnues, y en particulier est la quantité dont il faut corriger la valeur approchée admise pour la latitude dans le calcul de d et de Z.

C'est la méthode de Cauchy-Tisserand que j'ai employée pour la résolution des 19 systèmes d'équations (E).

On trouvera dans le Tableau suivant les valeurs obtenues ainsi pour la latitude de l'Observatoire de Paris (façade méridionale).

Dans la colonne e_m figurent les erreurs moyennes correspondantes.

Dates 1916.		Nombre d'étoiles.	Latitude l.	e_m.	L − l.
Mai	31..........	26	48°50′11″,38	± 0″,11	— 0″,17
Juin	18..........	38	11,00	± 0,13	+ 0,21
»	20..........	40	11,24	± 0,12	— 0,03
»	22..........	28	11,37	± 0,10	— 0,16
»	30..........	27	11,20	± 0,13	+ 0,01
Juillet	1er..........	47	11,08	± 0,17	+ 0,13
»	5..........	41	11,12	± 0,14	+ 0,09
»	10..........	38	10,95	± 0,17	+ 0,26
»	15..........	47	11,05	± 0,12	+ 0,16
»	19..........	42	11,28	± 0,17	— 0,07
»	21..........	44	11,43	± 0,10	— 0,22
»	26..........	44	11,25	± 0,15	— 0,04
»	29..........	49	11,04	± 0,14	+ 0,17
»	31..........	52	11,36	± 0,13	— 0,15
Août	1er..........	52	11,33	± 0,15	— 0,12
»	3..........	53	11,36	± 0,16	— 0,15
»	5..........	52	11,12	± 0,11	+ 0,09
»	6..........	49	11,19	± 0,13	+ 0,02
»	7..........	50	48.50.11,16	± 0,16	+ 0,05

La moyenne L de ces valeurs particulières de la latitude est

$$48°50'11'',21 \qquad \text{(pour 1916,5)}.$$

La concordance des valeurs individuelles est satisfaisante, ainsi que le prouvent les écarts L — l; elle permet de penser qu'il serait intéressant de poursuivre ces déterminations tout le long de l'année dans le but d'étudier la variation de la latitude.

Les déterminations précises de latitude, effectuées depuis 1851 à l'Observatoire de Paris, sont tirées, pour la plupart, d'observations méridiennes faites aux cercles de Gambey, de Fortin, de Rigaud et au Grand Cercle méridien. La moyenne des valeurs de la latitude, fournies par ces divers instruments de 1851 à 1892, est

$$48°50'11'',07 \qquad \text{(façade méridionale)}.$$

La détermination la plus récente faite de 1899 à 1901 au Cercle méridien du Jardin est basée sur des observations d'étoiles très voisines du pôle dans deux positions à peu près symétriques par rapport au cercle horaire de 6^h ou 18^h. Elle a donné, pour la latitude de la façade méridionale de l'obser-

vatoire,

$$48^\circ 50' 11'',3.$$

[*Annales de l'Observatoire de Paris*, 1900 (*Observations*).]

ASTRONOMIE. — *Sur la loi des densités à l'intérieur d'une masse gazeuse.* Note [1] de M. A. **Véronnet**, présentée par M. P. Puiseux.

Depuis la découverte de la température critique, on admet généralement que le Soleil et les étoiles sont presque totalement à l'état gazeux. Il en est peut-être de même pour de grosses planètes, comme Jupiter, ou pour d'autres astres à faible densité et plus mystérieux, les nébuleuses et les comètes.

Pour se faire une idée des conditions physiques qui doivent se rencontrer à l'intérieur, on a d'abord appliqué la loi des gaz parfaits $pv = RT$. Mais les conditions à la surface et au centre restaient très mal définies, même en admettant des hypothèses arbitraires, comme celle d'un équilibre adiabatique, qui suppose des modifications physiques assez rapides pour que les pertes ou échanges de chaleur n'aient pas le temps de se produire. On trouvait au centre des températures invraisemblables de 10 à 100 millions de degrés, nécessaires pour que la densité n'y soit pas infinie [2].

Les expériences d'Amagat sur les hautes pressions ont assigné aux gaz un volume limite v_0 et une densité maximum ρ_0. La formule des gaz réels peut s'écrire simplement (Dupré, 1864)

$$(1) \qquad p(v - v_0) = RT \qquad \text{ou} \qquad p\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}\right) = \frac{RT}{\mu}.$$

Supposons la température uniforme et calculons dp, que nous portons dans la formule

$$(2) \qquad dp = -\gamma\rho\, dr,$$

qui donne l'accroissement de pression par rapport au rayon dans une masse sphérique. Nous obtenons la formule remarquable

$$(3) \qquad d\rho = \alpha\rho(1-\rho)^2\, dr,$$

---

(1) Séance du 17 décembre 1917.

(2) J. Homer Lane, *Amer. Journal*, 2e série, t. 50, 1870, p. 57. — Sir W. Thomson, *Phil. Mag.*, 5e série, vol. 23, 1887, p. 287. — T.-J.-J. See, *Astr. Nach.*, n° 4053, vol. 169, 1905, p. 321.

où l'on a pris comme unité de densité la densité limite du gaz et comme unité de longueur r_1 le rayon de l'astre. On a

$$\alpha = -\frac{\gamma \mu r_1}{RT} = -f\frac{M}{r_1}\frac{\mu}{RT}.$$

La constante α qui détermine complètement la courbe des densités dépend donc du potentiel de gravitation de l'astre et de la constante du gaz. Elle résume les conditions astronomiques et les conditions physiques.

Supposons en plus que, au moins sur une certaine épaisseur et en première approximation, la pesanteur γ reste constante (on verra que cette condition est pratiquement et largement réalisée), on obtient

(4) $$\rho'' = \alpha\rho'(1-\rho)(1-3\rho).$$

Il y a inflexion de la courbe des densités pour

(5) $$\rho = \frac{1}{3}, \qquad \text{d'où} \qquad \rho'_m = \frac{d\rho}{dr} = \frac{4}{27}\alpha.$$

Les formules plus compliquées de Van der Vaals, etc. conduisent au même résultat. La variation maximum de la densité dans le cas du Soleil est $\rho'_m = 570$, en prenant $\mu = 1$, poids moléculaire de l'hydrogène dissocié, $T = 6000°$ et $R = 8{,}32 \times 10^7$ en C. G. S. La densité varie donc tellement vite en ce point qu'elle passerait de o à ρ_0 pour une augmentation en profondeur de $\frac{1}{570}$ seulement du rayon ou de 1230^{km} sur 700000^{km}. A partir d'une certaine profondeur, d'une certaine pression, la densité tend donc très rapidement vers la densité maximum limite [1].

Les calculs pratiques confirment ce résultat. On obtient une densité des $\frac{2}{3}$ à 530^{km}, et des $\frac{9}{10}$ à 2100^{km} seulement au-dessous de la couche d'inflexion. La hauteur de la couche où la pression serait égale à une atmosphère, serait de 1900^{km} et l'étude des raies brillantes de la couche renversante indique à son niveau une pression de l'ordre de quelques atmosphères. Si, au lieu d'hydrogène, on suppose ces couches formées d'oxygène ou d'azote dissociés, ces nombres sont à diviser par 16 ou 14. Les profondeurs ci-dessus sont réduites à 35^{km}, 140^{km} et 130^{km}. On voit qu'on avait le droit de considérer γ comme constant.

Il y aura donc toujours, dans une masse gazeuse importante (on aurait

(1) Cette idée est déjà présentée comme probable dans un travail de M. Eddington (*Monthly Notices*, novembre 1916).

pour Jupiter la même variation kilométrique), formation d'un véritable noyau presque homogène, à densité aussi faiblement croissante que pour un liquide ou un solide, et se comportant de même. Ce noyau sera surmonté d'une atmosphère où la densité et la pression varieront rapidement, en progression géométrique. Ce saut de densité sera presque aussi accentué qu'entre notre atmosphère et la mer. Les vapeurs du noyau se diffuseront dans l'atmosphère et s'y condenseront en brouillards et nuages (photosphère et couche renversante). Les mouvements de l'atmosphère pourront arriver à découvrir le noyau dans les taches. En tout cas, on doit considérer la photosphère comme reposant directement sur le noyau, à la façon des brouillards plutôt que des nuages.

Dans l'expression (3), considérons γ contenu dans α comme variable. La dérivée logarithmique donne

$$\frac{\rho'' r}{\rho'} = \frac{\rho' r}{\rho} \frac{1 - 3\rho}{1 - \rho} + \frac{\gamma' r}{\gamma}. \tag{6}$$

Dans cette expression, le second terme est toujours égal à 1 au centre et reste positif jusqu'à ce que la densité descende à $\rho = \frac{2}{3} D$ (D étant la densité moyenne). Le premier terme est toujours nul au centre avec $\rho' r$. Au voisinage du centre, ρ'' aura donc toujours le signe de ρ', c'est-à-dire sera négatif. La courbe des densités aura sa concavité tournée vers le bas.

Pour $\rho < \frac{2}{3} D$ et $\rho < \frac{1}{3} \rho_0$, les deux termes du second membre sont négatifs et ρ'' est positif. Il y aura donc toujours un point d'inflexion dans la courbe des densités. Il y aura donc toujours une sorte de noyau au centre de la masse gazeuse, quelle que soit la faiblesse de la masse totale.

ACOUSTIQUE. — *Le son du canon à grande distance.* Note de M. V. Schaffers, présentée par M. Branly.

J'ai constaté qu'un vent contraire et une température élevée favorisent très nettement la propagation à grande distance du bruit du canon. D'autres personnes ont fait la même constatation dans le Kent, du moins en ce qui concerne le vent (voir le *Times* du 24 août 1917). La maison que j'habite est dans le Sussex (Angleterre), à 165^{km} du front de Flandre, à 140^{m} d'altitude et à 5^{km} de la mer.

Déjà, pendant l'été de 1915, j'avais entendu assez souvent la canonnade

et rarement, au contraire, pendant l'hiver suivant. On sait que le grondement des bombardements de la Somme eut ici une intensité et une persistance qui attirèrent l'attention générale pendant tout l'été et l'automne de 1916. Or, en juin et juillet, le vent eut constamment une composante W, août n'eut que 4 jours à composante E, septembre et octobre n'en comptèrent pas beaucoup plus. L'hiver et le printemps suivants furent remarquables par l'absence presque complète du bruit du canon; et ces deux saisons furent anormalement froides. Par exemple, nous n'avons pas entendu ici les bombardements qui accompagnèrent l'offensive anglaise du mois d'avril 1917 devant Arras.

L'été venu, les grondements se firent entendre de nouveau, mais moins fréquemment qu'en 1916, et pas une seule fois on ne les aperçut avec certitude quand le vent avait une composante E.

L'agitation de l'air ne semble pas être un obstacle insurmontable. Plus d'une fois, notamment les 16, 18, 23 et 24 août 1917, j'ai reconnu le canon dans les intervalles de silence du vent, même pendant de véritables tempêtes.

Il est utile de remarquer que l'élévation de la température près du sol et l'accroissement de la vitesse du vent (contraire) avec l'altitude n'ont pas seulement pour effet, comme on l'a dit, d'incliner en arrière le front de l'onde sonore au départ, mais aussi de le redresser à l'arrivée, quand il redescend avec une inclinaison opposée. Par conséquent, les deux causes agissent dans le même sens, au départ et à l'arrivée, pour reporter plus loin sur le sol l'incidence de la direction de propagation.

On s'est beaucoup occupé, il y a une vingtaine d'années, de grondements mystérieux qu'on perçoit quelquefois au bord de la mer par temps chaud et calme. On ne croyait pas pouvoir les rapporter à des exercices de tir ou à des orages, parce qu'il était aisé de vérifier qu'il n'y en avait pas eu *dans le voisinage*. Ce que nous avons appris pendant la guerre actuelle rend très probable qu'en réalité il ne s'agissait pas d'autre chose, mais que la source était à chercher beaucoup plus loin qu'on ne croyait. Ainsi, sur la côte belge (où on les appelle *mistpoeffers*), le temps par lequel ils se font entendre remplit justement le plus souvent ces deux conditions (haute température et vent d'E) qui doivent permettre l'audition des tirs effectués soit dans l'estuaire de la Tamise, soit au loin dans la Manche.

OPTIQUE. — *Sur l'emploi du stéréoscope pour l'examen de projections superposées.* Note de M. HENRY HUBERT.

Si la projection orthogonale d'une surface quelconque, représentée par des courbes de niveau, donne dans la majorité des cas des figures très claires et très faciles à interpréter, il n'en est plus de même lorsqu'on se propose de représenter, sur la même feuille de papier, deux surfaces superposées : par exemple, la surface topographique et la surface, supposée continue, soit des eaux souterraines, soit d'une couche géologique. A plus forte raison, la projection deviendrait indéchiffrable si l'on voulait représenter à la fois ces trois surfaces superposées.

Je me suis posé la question de savoir si une telle représentation pouvait être rendue parfaitement claire, et il m'a semblé que la solution du problème résidait dans la transformation des deux ou trois projections superposées en deux vues, destinées à être examinées simultanément au stéréoscope. Grâce à ce procédé, qui, à ma connaissance, n'a pas encore été employé, la fusion stéréoscopique des deux vues rend les projections superposées absolument indépendantes l'une de l'autre, puisqu'elles apparaissent en relief.

On voit tout de suite que les deux images sréréoscopiques sont de très faibles déformations des projections orthogonales. En effet, les plans des unes et des autres étant parallèles, toute courbe de niveau d'une projection est représentée, sur les vues stéréoscopiques, par une figure homothétique. D'autre part, comme il sera aisé d'exagérer le relief à son gré, on pourra non seulement faire valoir les détails restés invisibles sur les projections, mais encore on pourra rendre celles-ci aussi indépendantes l'une de l'autre qu'on le voudra.

La transformation des projections orthogonales superposées en vues stéréoscopiques est des plus simples, puisqu'il n'y a à se préoccuper, pour la construction de chaque courbe, que du rapport de réduction et de la position du centre de la feuille de papier sur laquelle sont les projections.

Chaque courbe étant, par rapport à celle d'une cote immédiatement inférieure, supposée rapprochée de l'observateur d'une quantité proportionnelle à l'équidistance graphique (quantité choisie arbitrairement une fois pour toutes) le rapport de réduction est donné par la formule $\frac{\alpha}{f}$, dans laquelle α est une variable égale à la distance de la feuille de papier aux

yeux de l'observateur, et f une constante égale à la distance comprise entre les yeux de l'observateur et les vues stéréoscopiques.

Quant au centre M de la feuille de papier il se déplace le long de la normale aux vues stéréoscopiques qui passe par le milieu de la ligne joignant les centres optiques O et O′ des deux yeux. Par suite, sa projection m se trouve toujours sur l'horizontale xy passant par les centres S et S′ des vues stéréoscopiques. De plus, il est d'autant plus à gauche (pour l'œil droit) ou plus à droite (pour l'œil gauche) de S et de S′ que la variable α est plus petite. On obtient sa position soit par construction (intersection de OM et de O′M avec xy), soit par le calcul $\left(mS = \frac{df}{\alpha}\right.$, formule dans laquelle d est une constante égale à $\left.\frac{OO'}{2}\right)$.

La construction des deux vues est d'autant plus simplifiée que la projection de chaque courbe destinée à l'œil gauche est rigoureusement superposable à la projection correspondante destinée à l'œil droit. La seule différence entre deux courbes correspondantes est que la projection du centre M, au lieu d'avoir la même position par rapport à S et à S′, est placée symétriquement par rapport au milieu de la droite joignant ces deux points.

Dans la pratique, il y a avantage à dessiner, très agrandies, les images stéréoscopiques et à les réduire photographiquement. Il y a aussi intérêt à ne pas mettre les deux vues correspondantes sur le même support, d'abord afin que chacun puisse les placer à l'écartement le plus favorable, ensuite et surtout pour qu'on puisse intervertir la position des deux vues et avoir ainsi un relief inversé, plus commode pour l'observation de certains détails.

Ce procédé, donnant des dessins d'un relief aussi saisissant qu'on le veut, serait sans doute avantageusement employé pour la construction des cartes aéronautiques.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur une relation entre les propriétés réfractives et la constitution chimique des corps gras.* Note de M. C. **Chéneveau**, présentée par M. J. Violle.

Chimiquement, on peut considérer un corps gras (graisse ou huile) comme constitué par des glycérides d'acides gras saturés, solides à la température ordinaire, et par des glycérides d'acides gras non saturés, liquides à la même température.

J'ai pu mettre en évidence certaine relation entre les propriétés réfractives et cette constitution, en admettant qu'un corps gras, à l'état liquide, peut être physiquement considéré comme une solution d'un ou plusieurs glycérides saturés dans un ou plusieurs glycérides non saturés.

Il résulte de cette assimilation du corps gras à une solution les quelques conséquences intéressantes suivantes :

1° L'application de la loi des solutions est immédiate et donne

$$\underbrace{\Sigma p\,\frac{n-1}{d}}_{\text{Glycérides solides.}} + \underbrace{\Sigma p'\,\frac{n'-1}{d'}}_{\text{Glycérides liquides.}} = \underbrace{100\,\frac{\mathrm{N}-1}{\mathrm{D}}}_{\text{Corps gras.}}$$

avec

$$\Sigma p + \Sigma p' = 100.$$

La formule précédente permet de connaître l'indice de réfraction N du corps gras, si l'on sait sa teneur en glycérides, ou, inversement, connaissant l'indice de réfraction du corps gras, de déduire la proportion centésimale en glycérides solides et liquides. Il faut avoir pour cela les pouvoirs réfringents spécifiques des glycérides purs. Quelques-uns sont connus, ceux des glycérides saturés; les autres, ceux des glycérides non saturés autres que l'oléine, peuvent être estimés d'après leur réfraction moléculaire qui est la somme des réfractions atomiques et de la réfraction des doubles liaisons éthyléniques.

En s'adressant, par exemple, à une graisse fondue, de constitution plus simple qu'une huile, on peut très bien vérifier la loi des solutions :

			Glycérides p. 100				N − 1	
Graisse.	θ.	D.	solides p.	liquides p'.	$\frac{n-1}{d}$.	$\frac{n'-1}{d'}$.	calculé.	observé
Saindoux........	40°	0,89	41	59	0,499	0,528	0,4593	0,4592
Suif de bœuf.....	40°	0,89	51,7	48,3	0,503	0,528	0,4584	0,4586

2° L'explication du peu de différence entre les indices de réfraction des corps gras découle immédiatement du peu de différence entre les propriétés réfractives des glycérides.

3° Si l'on considère que l'indice d'iode I (constante industrielle la plus importante du corps gras) donne la teneur en glycérides non saturés, on a

$$p' = k\mathrm{I},$$

et la loi des solutions peut se ramener à la forme

$$\mathrm{N} - 1 = \mathrm{A} + \mathrm{BI},$$

c'est-à-dire qu'il y a une relation linéaire entre l'indice de réfraction et l'indice d'iode d'un corps gras. Cette relation met en jeu deux coefficients A et B qui pourraient, jusqu'à un certain point, caractériser le corps gras.

4° Un certain nombre d'huiles végétales, parmi les plus usuelles, peuvent se grouper suivant une même loi linéaire entre leurs indices de réfraction et leurs indices d'iode (valeurs moyennes). Les huiles siccatives ou demi-siccatives se trouvant, à la température de 15°, sur une première droite, les huiles non siccatives se trouvent sur une seconde droite plus inclinée que la première sur l'axe des abscisses; de plus, au fur et à mesure que la température augmente, les deux droites tendent à devenir identiques, comme le montre le Tableau suivant :

	Huiles	
θ.	siccatives ou demi-siccatives.	non siccatives.
15°....	$N - 1 = 0,4667 + 0,000079I$	$N - 1 = 0,4466 + 0,000289I$
22....	$0,4638 + 0,000082I$	$0,4440 + 0,000289I$
25....	$0,4609 + 0,000101I$	$0,4404 + 0,000320I$
40....	$0,4551 + 0,000098I$	$0,4551 + 0,000084I$
60....	$0,4450 + 0,000113I$	$0,4450 + 0,000113I$

Ce groupement des huiles usuelles en deux classes, suivant leur siccativité, et le changement de ce groupement avec la température, peuvent s'expliquer par l'assimilation de l'huile à une solution de glycérides et par la faible variation de la réfraction spécifique d'un corps dissous avec la température.

5° L'addition à la loi des solutions pour les indices de réfraction et pour les indices d'iode d'une troisième relation entre les deux indices, analogue à la relation précédente, peut permettre de connaître la teneur et d'affirmer la nature d'une huile qu'on suppose mélangée à une autre huile, du moins s'il s'agit d'huiles courantes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Séparation des amines secondaires provenant de l'hydrogénation catalytique de l'aniline.* Note de M. **Gustave Fouque**, transmise par M. Paul Sabatier.

L'hydrogénation catalytique de l'aniline, pratiquée suivant les indications de MM. Sabatier et Senderens ([1]), fournit, en même temps que la

([1]) Paul Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. 138, 1904, p. 457, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. 4, 1905, p. 376.

cyclohexylamine, de la dicyclohexylamine, de la cyclohexylaniline, de la diphénylamine et quelques produits accessoires, benzène, cyclohexane, goudrons.

La séparation par simple distillation fractionnée de quantités quelque peu notables des trois amines secondaires n'étant pas pratique, j'ai été amené à établir un procédé de séparation méthodique, en mettant à profit les faits suivants :

1° L'hydrate de dicyclohexylamine est une base forte, qui fournit un carbonate solide, soluble dans l'eau, et trois sulfates solubles, non hydrolysables, le sulfate neutre, le sesquisulfate et le bisulfate.

2° La cyclohexylaniline ne donne pas de carbonate. Elle fournit un sulfate neutre, un sesquisulfate et un bisulfate, hydrolysables, mais solubles dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique.

3° L'aniline ne donne pas de carbonate.

4° Le sulfate de diphénylamine n'a pas été isolé.

Mode opératoire. — Par une première distillation, sous la pression ordinaire, on sépare les produits de l'hydrogénation qui passent au-dessous de 210°.

Ceux-ci, distillés de nouveau, fournissent trois portions :

La première, constituée par les produits qui passent au-dessous de 190°, ne renferme pas d'amines secondaires ;

La seconde *a*, mélange d'aniline et de dicyclohexylamine, passe de 190° à 210° ;

Enfin, la portion non distillée.

On réunit cette dernière au résidu de la première distillation, et l'on distille le mélange sous pression réduite, à 30mm par exemple. Sous cette pression, tout passe au-dessous de 180°, sauf les goudrons qu'on rejette.

Le produit est un liquide huileux, légèrement ambré, qu'on soumet à une nouvelle distillation sous la pression ordinaire, à l'effet d'obtenir quatre portions :

Celle qui passe au-dessous de 190°, ne renfermant pas d'amine secondaire; celle *b* qui passe de 190° à 210°, mélange d'aniline et de dicyclohexylamine ; celle *c* qui passe de 210° à 265°, constituée par de la dicyclohexylamine et de la cyclohexylaniline ; enfin, la portion non distillée *d*. Cette dernière est un mélange de dicyclohexylamine, de cyclohexylaniline et de diphénylamine, qu'il convient de distiller sous pression réduite, pour le débarrasser de quelques goudrons.

Après ces fractionnements, qui ont été combinés de façon à réduire au minimum les quantités de produits distillés sous pression réduite, on réunit les portions *a* et *b* d'une part, *c* et *d* d'autre part.

On se trouve alors en possession de deux mélanges : l'un qui ne renferme que de l'aniline et de la dicyclohexylamine, l'autre qui est constitué par de la dicyclohexylamine, de la cyclohexylaniline et de la diphénylamine.

On soumet séparément chacun de ces mélanges à l'action de l'acide carbonique (¹). Pour cela, on place le produit, avec cinq fois son volume d'eau, dans un grand flacon bouché par un bouchon de liège dans lequel s'engage un siphon et un tube plongeant jusqu'au fond, amenant l'anhydride carbonique. On ajoute une quantité d'éther suffisante pour que le mélange d'amines surnage, on chasse l'air du flacon et l'on bouche. L'acide carbonique est absorbé régulièrement pendant plusieurs heures. On agite de temps en temps pour dissoudre le carbonate formé.

Quand l'absorption du gaz a cessé, on siphonne la solution de carbonate, on la filtre et on la sature exactement au tournesol par de l'acide sulfurique.

On évapore au bain-marie, jusqu'à formation de cristaux à la surface de la solution. Par refroidissement, il se forme des octaèdres brillants de sulfate neutre de dicyclohexylamine.

On peut concentrer l'eau mère plusieurs fois pour obtenir de nouvelles quantités de cristaux. Quand cette eau mère est devenue trop colorée par les produits d'oxydation d'une très petite quantité d'aniline ou de cyclohexylaniline entraînées, on l'additionne d'un excès d'acide sulfurique, il se produit presque immédiatement un abondant dépôt de bisulfate de dicyclohexylamine, sel beaucoup moins soluble que le sulfate neutre.

En décomposant ces sulfates, dissous dans un peu d'eau tiède, par la quantité correspondante de soude, on met l'amine en liberté, sous forme d'une huile qui surnage.

Par refroidissement, si la température ambiante n'est pas trop élevée, cette huile se prend en une masse cristalline, par suite de la formation d'un hydrate de dicyclohexylamine, fusible à 23°. Quand ce phénomène se produit, on lave les cristaux avec de l'eau froide et on les fond.

On sépare l'amine par décantation, on la dessèche, en la chauffant légèrement dans un ballon à distiller, tout en y faisant barboter un courant d'air, puis on distille sous pression réduite. On obtient ainsi la dicyclohexylamine pure, sous forme d'un liquide incolore, légèrement oléagineux, bouillant à 135°, sous 20^{mm}.

Le résidu de l'action de l'acide carbonique peut être, soit une solution éthérée d'aniline, soit un mélange de cyclohexylaniline et de diphénylamine avec de l'éther.

Pour séparer ces deux dernières amines, on distille au bain-marie pour récupérer l'éther, et l'on chauffe leur mélange au bain-marie, pendant 2 heures, avec 10^{vol} d'acide sulfurique à 2 pour 100; on laisse refroidir et l'on filtre.

On chauffe le résidu avec 2^{vol} d'eau et, après refroidissement et filtration, on le traite de nouveau par 2^{vol} d'acide sulfurique à 2 pour 100 et, ainsi de suite, tant que les liquides filtrés donnent la coloration orangée caractéristique de la cyclohexylaniline (²), par un mélange de 10 parties d'acide sulfurique avec 1 partie d'acide azotique et 9 parties d'eau. Dès que la coloration fournie par ce réactif est salie par la coloration bleue due à la diphénylamine, on cesse de recueillir les liquides filtrés.

Ceux-ci, réunis et évaporés au bain-marie, jusqu'à cristallisation à la surface, fournissent par refroidissement des masses mamelonnées de cristaux de sesquisulfate de

---

(¹) P. Sabatier et Senderens, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. 4, 1905, p. 379.

(²) P. Sabatier et Senderens, *Ibid.*, p. 382.

cyclohexylaniline. Les eaux mères en donnent encore plusieurs fois par évaporation, jusqu'à ce qu'une dernière concentration amène le dépôt d'un peu de bisulfate de dicyclohexylamine.

Pour retirer la cyclohexylaniline de son sesquisulfate, il suffit de traiter ce sel par un excès d'ammoniaque à 22°, étendue de son volume d'eau. En chauffant légèrement l'amine se sépare sous forme de gouttelettes huileuses, qui se rassemblent au-dessus de l'eau ammoniacale, si l'on maintient les produits à une douce chaleur.

Par décantation, on recueille cette amine, on la dessèche en la chauffant légèrement, tout en y faisant barboter un courant d'air, puis on distille sous pression réduite. On obtient ainsi la cyclohexylaniline pure, sous forme d'un liquide oléagineux incolore, très réfringent, qui bout à 157°, sous 20^{mm}.

Le résidu solide du traitement par l'acide sulfurique étendu est constitué par de la diphénylamine souillée par de petites quantités de goudrons. On la purifie par distillation et cristallisation dans l'éther.

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques faites aux environs de Honfleur (Calvados).* Note [1] de M. **G.-F. Dollfus**, présentée par M. H. Douvillé.

Les renseignements que nous possédons sur la géologie de Honfleur sont anciens et fort réduits. Il y a quelques mots, pas très exacts, dans les descriptions du Calvados par de Caumont et Hérault; des indications contradictoires dans d'Archiac, Lennier, et des modifications à apporter à la Carte géologique de France. La coupe des falaises vers l'Ouest est fort analogue à celle de La Hève, mais moins complète et moins accessible; cependant si l'on se dirige à l'ouest de la ville on trouve à 200^m de l'ancienne tour un lavoir ancien sur la haute plage, établi dans la glauconie de la base du Cénomanien; l'escarpement au-dessus, haut de 15^m, et dont les couches paraissent bien en place, montre une craie glauconifère à silex noirs, assez gros, à croûte grise, diffuse, renfermant *Ammonites Rotomagensis*. La craie verte argileuse du lavoir se continue sur 400^m environ et l'on voit surgir au-dessous une argile plastique noire qui a fourni autrefois *Ammonites rostratus*, c'est l'étage vraconien; la craie glauconieuse se poursuit dans la hauteur, elle est ici jaunâtre, calcaire, passablement disloquée et fissurée, les bancs plongent au Sud-Est; Morière y a signalé des affaissements locaux en 1847.

Au phare du Bas-Butin (borne $1^{km},800$ de Honfleur) l'escarpement montre

(1) Séance du 17 décembre 1917.

une argile grise, foncée, avec de petits lits de sable fin, jaune et gris que nous attribuons au Gault. Au delà de ce point, toujours vers l'Ouest, la série crétacée est masquée par un massif limoneux très important, formant falaise, haut de 8^m à 10^m; ce limon, faiblement altéré au sommet, est composé de plusieurs lits d'un brun jaunâtre clair séparés par des niveaux caillouteux de silex brisés et émoussés. C'est le lœss des vallons de la Seine-Inférieure et de l'Eure, les coquilles terrestres sont nombreuses : *Pupa muscorum*, *Hyalina nitens*. La disposition des couches montre que le dépôt plonge sous la ligne du rivage, au-dessous de la mer; c'est cependant un dépôt terrestre en liaison avec le diluvium des vallées et nous avons ici une preuve nouvelle de l'affaissement général du pays depuis le pléistocène; l'analogie est complète avec le dépôt limoneux typique de Saint-Pierre-d'Elbeuf décrit par MM. Chédeville et Germain, et avec les amas limoneux exploités dans les briqueteries de la Seine-Inférieure que j'ai indiquées sur la feuille de Rouen. J'ai admis que ces limons, spécialement épais au débouché des vallées secondaires dans les vallées principales, s'étaient précipités à la faveur d'un changement de vitesse lors de la réunion des eaux; la topographie au Bas-Butin n'indique plus aucune des conditions requises, aucune vallée n'est voisine et la topographie de l'embouchure de la Seine devait être à ce moment fort différente de celle qu'elle présente aujourd'hui.

Au-dessous de Vasouy, la falaise est formée par de grands éboulis de craie dans lesquels j'ai recueilli *Am. Mantelli*, puis au-delà réapparaît un affleurement d'argile à silex du Cénomanien, enfin on découvre à l'Ouest des sables gris et ferrugineux, grossiers, assez épais, avec grès, dans lesquels j'ai trouvé *Rhynchonella sulcata* Park., espèce du Gault; c'est un niveau d'eau important.

C'est dans une couche argileuse, subordonnée, que de Chancourtois a découvert sur la route de Honfleur à Trouville l'*Ostrea aquila*, au même niveau qu'au Havre et qu'on peut rapporter à l'Aptien.

En continuant vers l'Ouest, la falaise s'abaisse, on arrive aux marécages de Penne-de-Pie et aucune observation n'est plus possible, on ne voit pas les sables blancs et les argiles bariolées qui tiennent la place du Néocomien à La Hève; c'est seulement en arrivant à la Poterie, sous Criquebeuf (7^{km} de Honfleur), que l'argile du Kiméridgien apparaît sur la plage, disparaissant de même, mais vers l'Est, sous les fonds tourbeux de Penne-de-Pie.

Ainsi la partie supérieure du Kiméridgien désignée sous le nom *d'argile de Honfleur* n'est pas visible à Honfleur, et il n'y a aucune raison de la faire

figurer sur la carte; Lennier a pensé qu'elle y était masquée par des éboulis, d'Archiac l'y a cherchée en vain, et nous n'avons pu retrouver aucun témoignage certain de son affleurement, Hérault l'a peut-être confondue avec l'argile du Gault; cependant elle existe certainement à proximité en mer, et un forage exécuté à l'est de la jetée a donné à M. Arnoux : sables d'alluvions 12^{m}, argile kiméridgienne avec calcaire dur noduleux intercalé 30^{m}, sables de Glos, jaunes brunâtres, coquilliers, peu puissants; enfin argile grise, ferme, attribuée à l'argile de Dives. L'argile de Honfleur a été indiquée dans des coups de sonde au banc d'Amfard et à celui de Rattier dans la direction du Havre.

Au bord de la grande route à Penne-de-Pie, à $4^{km},800$ de Honfleur, on voit affleurer, à 25^{m} d'altitude, une argile glauconifère semblable à celle du lavoir de la plage; on peut en déduire une pente générale des couches de 5^{mm} par mètre vers l'Est, Sud-Est.

D'autre part, si l'on monte à la chapelle de la Côte de Grâce, un peu avant d'arriver à la table d'horizon, qui est à l'altitude de 89^{m}, on observe dans la tranchée de la route un changement marqué dans la nature de la craie : elle y est marneuse, jaune, tendre, presque sans silex ni fossiles, et elle offre tous les caractères du Turonien; comme vers 75^{m} d'altitude nous avons encore recueilli *Am.* (*Puzosia*) *subplanulata*, espèce du Cénomanien, nous pensons que l'épaisseur de la craie cénomanienne peut être évaluée à Honfleur de 80^{m} à 85^{m}. Le plateau de la côte, à 100^{m} d'altitude, montre une argile à silex puissante, dont les éléments supérieurs appartiennent certainement au Sénonien; ce sont de gros blocs, non transportés, massifs, d'un silex jaunâtre, cireux, avec une croûte blanchâtre de nature caractéristique. Je n'ai rien vu d'attribuable au Tertiaire.

Si l'on voulait appliquer ces renseignements à un projet de tunnel sous l'estuaire de la Seine, du Havre à Honfleur, projet dont la presse s'est occupée à plusieurs reprises, on pourrait rappeler que le sous-sol est formé de trois masses minérales qui sont, en partant de la plus ancienne : 1° l'argile kiméridgienne; 2° les sables et argiles du Crétacé inférieur; 3° la craie glauconieuse. Toutes ces couches sont régulièrement inclinées au Sud-Est; si l'on réfléchit que la sûreté d'exécution d'un long tunnel commande de se maintenir dans une même masse minérale et que les sables et argiles aquifères du Crétacé offriraient des difficultés très coûteuses d'exécution, presque impossibles à surmonter, on reconnaît qu'il n'y a d'utilisable que l'argile jurassique ou la craie, mais que, pour passer à 40^{m} au moins au-dessous de la Seine, il faudrait pour demeurer dans la craie

faire un immense détour, au moins jusqu'à Tancarville, et qu'on perdrait beaucoup de terrain pour établir les voies d'accès, en sorte qu'il convient surtout d'examiner le passage à travers l'argile kiméridgienne; mais il faudrait s'y enfoncer à Criquebœuf et non à Honfleur, pour ressortir à Ingouville et ce tracé ne permettrait pas de rampes d'accès, mais conduirait à des ascenseurs aux deux extrémités, ce qui réduirait sensiblement le rendement utile; tous les détails ne pourraient d'ailleurs être précisés avant l'établissement préalable de forages littoraux multiples.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les variations diurnes du vent en altitude.* Note [1] de MM. **L. Dunoyer** et **G. Reboul**.

Les résultats d'assez nombreux sondages aérologiques nous ont permis de fixer le sens des variations diurnes du vent en altitude et d'en préciser l'ordre de grandeur; ces variations peuvent, la nuit, avoir une assez grande importance au point de vue pratique et ont parfois occasionné des accidents.

I. Les faits que des sondages quotidiens mettent rapidement en évidence sont les suivants :

L'intensité du vent, pendant la nuit, présente aux altitudes de 200^{m} *à* 1000^{m} *un maximum d'intensité très net.*

Ces variations du vent en altitude, comme d'ailleurs celles du vent au sol, sont assez souvent masquées par des perturbations plus importantes, apportées au mouvement des couches atmosphériques par le déplacement de cyclones ou d'anticyclones. Elles sont surtout nettes par une journée de beau temps avec vent d'Est, faible ou modéré. Exemple :

---

(1) Séance du 19 novembre 1917.

Sondages du 9 et du 10 septembre 1916.

Heure.	100.	200.	300.	400.	500.	600.	700.	800.	900.	1000.	1500.	2500.
					9 septembre 1916.							
5.30^{m}	ENE	ENE	ENE	E	E	E	E	E	»	»	»	»
	8	12	14	14	14	12	12	8	(1)	»	»	»
9.30	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	E	E	E	E
	6	8	8	10	10	8	8	10	10	10	14	14
11. 0	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	E	E
	6	8	8	9	10	8	9	10	10	10	14	14
15. 0	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ESE	ENE
	6	10	12	12	10	10	10	10	10	8	8	14
18.50	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	E	ESE	ESE
	10	10	10	15	15	18	18	18	18	15	8	12
20.30	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	E	E	ESE	ESE
	10	10	16	20	22	22	22	20	16	16	10	12
					10 septembre 1916.							
$22^{h}.0^{m}$	E	E	E	E	E	E	E	E	ESE	ESE	E	ESE
	6	12	18	18	20	22	16	16	10	10	10	10
0. 0	E	E	E	E	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	E	E
	6	10	12	12	12	10	10	10	10	8	8	8
2. 0	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ENE	ENE
	6	10	10	8	8	6	6	6	6	6	8	10
4.30	E	E	E	E	E	E	E	E	ENE	ENE	ENE	ENE
	6	8	8	8	6	6	6	6	6	6	8	8
8.30	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE
	4	6	6	4	6	4	8	8	8	8	8	6
11. 0	NE	E	E	E	E	SE	SE	ENE	ENE	ENE	ENE	NE
	1	2	2	2	2	3	2	3	5	7	6	4
16.40	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	N	NW
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19.15	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	NNW	NNW
	4	4	6	6	6	6	7	7	7	7	4	5

Altitude en mètres.

On voit que dans la journée du 9 septembre la vitesse du vent ne dépasse pas 10^{m}, alors que dans la nuit du 9 au 10 elle atteint 22^{m} aux altitudes de 400^{m} à 800^{m} ; ce maximum semble avoir lieu vers 21^{h}.

(1) Vitesse en mètres par seconde.

Le phénomène, qui est surtout net par vent d'Est, se produit également par régime de vent d'Ouest. Exemple :

Sondages du 15 et du 16 septembre 1916.

Heure.	Altitude en mètres. 100.	200.	300.	400.	500.	600.	700.	800.	900.	1000.	1500.	2000.
	15 septembre 1916.											
6h 0m	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	»
	4	4	4	6	6	4	4	4	4	4	4	»
8.45	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	N	N	N	N	»
	2	2	4	4	4	4	4	4	6	6	6	»
9.10	NW	NW	NW	NW	NW	NW	N	N	N	N	N	»
	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	6	»
11. 0	NE	NE	NE	N	N	N	N	N	N	N	N	»
	1	1	2	3	3	4	4	5	5	4	4	»
15.10	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
	3	4	6	6	8	8	6	6	6	6	6	6
19. 0	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
	8	8	12	12	12	12	10	10	12	12	10	4
	16 septembre 1916.											
5. 0	SW	SW	SW	SW	SW	SW	NW	NW	NW	NW	NW	»
	3	6	9	11	12	11	10	8	8	9	11	»

Aux altitudes de 200m à 1000m, il y a encore maximum de la vitesse dans le courant de la nuit.

Toutefois le régime de vent Ouest étant souvent lié dans nos régions à la présence d'une dépression, les variations diurnes de la vitesse du vent en altitude sont assez souvent masquées dans ce cas par les perturbations atmosphériques qu'amène l'approche de cyclones.

Le Tableau suivant résume, en les classant d'après le régime de vent, les sondages nocturnes effectués dans le courant d'une année : les cas dits *favorables* sont ceux pour lesquels se manifeste l'existence d'un maximum de vitesse aux altitudes de 200m à 800m, les autres étant appelés *défavorables*.

	Régime du vent N.	NE.	E.	S.	SW.	W.	NW.
Cas favorables	13	24	14	5	26	16	12
Cas défavorables	5	5	1	7	14	10	8
Pourcentage des cas favorables	72	83	93	42	65	60	60

On voit que le pourcentage des cas favorables est beaucoup plus grand par vent d'Est que par vent d'Ouest.

II. Dans les exemples précédents, le maximum nocturne de la vitesse se produit dans la première partie de la nuit, mais il peut arriver que ce maximum se manifeste à la fin de la nuit et persiste aux premières heures du jour. Exemple :

Sondages du 9 et 10 août 1916.

Heure.	Altitude en mètres. 100.	200.	300.	400.	500.	600.	700.	800.	900.	1000.	1500.	2000.
9 août 1916.												
14h30m	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	»
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	»
20.0	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SW	SW	SW	SW	»
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	»
10 août 1916.												
4.0	W	W	W	W	W	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
	2	8	11	14	14	14	6	7	6	6	2	2
5.0	W	W	W	W	W	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
	8	8	14	14	12	7	7	3	3	3	3	3
10.0	SW	SW	SW	SW	SW	»	»	»	»		»	»
	5	5	5	5	5	»	»	»	»	»	»	»
11.0	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	»
	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	6	»

Sur 160 exemples de sondages nocturnes, répartis sur une année d'observations, 110 présentent le maximum dans la première partie de la nuit.

BACTÉRIOLOGIE. — *Variété érythrogène du bacille pyocyanique.* Note de M. C. Gessard, présentée par M. E. Roux.

J'ai montré autrefois que le bacille pyocyanique produit, en plus de la pyocyanine et du vert fluorescent, un troisième pigment, « pigment jaune verdâtre qui passe au rouge avec le temps » ; j'ai indiqué un milieu pour obtenir ce pigment, à l'exclusion des deux autres, avec le bacille pyocyanique ordinaire, mais ce n'était qu'en petite quantité [1]. Un germe m'est

[1] *Nouvelles recherches sur le microbe pyocyanique* (*Ann. Inst. Pasteur*, t. 4, 1890, p. 88; par. IV, p. 97).

venu entre les mains, chez qui prédominait, au grand avantage de mes recherches, la fonction chromogène qui correspond au pigment en question : je l'ai dû à l'obligeance de M[lle] A. Raphaël, qui l'avait isolé d'une plaie et justement identifié sur la production de pyocyanine en milieu approprié.

Ce germe, quand il me fut remis, faisait de la pyocyanine et de la fluorescence verte dans le bouillon ; il n'y fait plus aujourd'hui que de la fluorescence, sans que le temps y apporte d'autre modification que la teinte feuille morte bien connue des cultures fluorescentes âgées. Transporté du bouillon dans une solution de peptone (peptone pancréatique à 2 pour 100), il donne lieu aux constatations suivantes. C'est d'abord une coloration jaunâtre, de jaune terne à jaune verdâtre, uniformément répartie; puis, au bout d'un temps qui varie avec les conditions d'aération du milieu, une zone rouge est manifeste à la surface, au lieu du bleu vert qui s'y voit avec un germe ordinaire: le rouge s'étend finalement à toute la masse liquide. Toutefois, pour une certaine hauteur de cette dernière, la couche profonde, purgée d'air par la pullulation microbienne aérobie, conserve la couleur jaune initiale du pigment au minimum d'oxydation et le rouge n'y apparaît que par l'agitation et la rentrée de l'air : dans les mêmes conditions, le bleu de la pyocyanine présente, comme on sait, un phénomène analogue. Sur pomme de terre glycérinée et sur blanc d'œuf coagulé, on peut observer cette même succession de jaune et de rouge, sans mélange de pyocyanine. Mais c'est la peptone susdite, moyennant addition d'un dixième de glycérine et solidification par la gélose en tube incliné, qui assure dans le moindre temps l'évolution complète du pigment pour aboutir, au terme de juxtapositions partielles de jaune et de rouge en rapport avec les vicissitudes de l'aération, à une coloration uniforme de toute la gélose en un beau rouge vif, de nuance variable de vin ou de groseille. Rien ne rappelle donc l'aspect accoutumé des cultures pyocyaniques, sur cette gélose-peptone glycérinée, le réactif que j'ai cependant préconisé pour la production de pyocyanine par le bacille, quand tous les autres milieux y sont réfractaires; mais il suffit d'une macération, de peu de durée, de la masse rougie dans le chloroforme, pour permettre d'authentiquer l'espèce en décelant du bleu pyocyanique d'existence constante, mais en minime quantité dans cette conjoncture et dissimulé par suite sous l'autre pigment en excès. Ainsi, pas de pyocyanine ou des traces seulement dans les milieux où ce pigment se montre d'abord et abondamment avec le bacille ordinaire, substitution dans ces mêmes milieux et prédominance du pigment qui jusqu'ici n'y figurait

qu'accessoirement, nulle réaction distinctive en bouillon, telles sont les propriétés caractéristiques du nouveau germe : à vrai dire, après un certain nombre de passages par divers milieux artificiels.

Par rapport à cette peptone, qu'on dirait à bon droit le milieu spécifique du bacille pyocyanique, à l'occasion d'un germe qui déjà y faisait défaut aux réactions habituelles, j'ai distingué naguère la variété dite mélanogène [1], d'après la coloration qu'elle y fait apparaître. Du nouveau germe aussi doit procéder une variété nouvelle, que j'appellerai *érythrogène*. En sorte que trois variétés du bacille pyocyanique sont désormais à considérer, d'après les couleurs des cultures en eau peptonée : la variété pyocyanogène, type de l'espèce, avec le bleu de la pyocyanine, la variété mélanogène avec le noir de la mélanine, la variété érythrogène avec le pigment rouge dont l'étude reste tout entière à faire. D'autre part, ces variétés se subdivisent en races, d'après les couleurs des cultures en bouillon [2], races dont j'ai décrit quatre types que j'ai reconnus identiques dans les variétés pyocyanogène [3] et mélanogène [4]. Quant à l'érythrogène, j'ai vu, comme j'ai dit plus haut, déjà pour l'unique échantillon en ma possession, que primitivement de race A, qui donne pyocyanine et fluorescence verte dans le bouillon, il a dégénéré, au cours des réensemencements successifs, en race F, qui n'y produit que de la fluorescence [5].

Ces faits sont en faveur de l'emploi séparé du bouillon et de la peptone pour les cultures microbiennes. C'est en tout cas une technique qui s'impose pour les cultures pyocyaniques. Aussi bien le mélange si usité des deux milieux, appliqué ici, ne confond pas seulement leurs réactions colorées respectives; mais souvent encore les réactions propres de la peptone, où le diagnostic bactérien est directement intéressé, y sont totalement annihilées, au profit des réactions banales et équivoques qui appartiennent au bouillon. Sans doute d'autres produits microbiens que les pigments prêteraient à des considérations et à des sanctions pratiques analogues.

---

(1) *Variété mélanogène du bacille pyocyanique* (*Ann. Inst. Pasteur*, t. 15, 1901, p. 817).

(2) Simple décoction, d'une demi-heure, de viande de bœuf ou de veau, pour un rendement de poids double, de bouillon qui est neutralisé, sans plus.

(3) *Des races du bacille pyocyanique* (*Ann. Inst. Pasteur*, t. 5, 1891, p. 65).

(4) *Mémoire cité*, p. 826.

(5) Tous les résultats rapportés dans cette Note supposent une température de 36°-38°.

THÉRAPEUTIQUE. — *Une nouvelle méthode de chimiothérapie générale : l'oxydothérapie*. Note (1) de M. Belin, présentée par M. Leclainche.

Dans une série de Notes communiquées antérieurement à l'Académie des Sciences, j'ai montré qu'il est possible, expérimentalement, d'influencer très favorablement l'évolution de certaines maladies infectieuses par les injections des substances oxydantes (2).

J'ai repris ces expériences au cours de la campagne, en cherchant à traiter de cette façon différentes maladies infectieuses du cheval. La substance oxydante employée a été le permanganate de potassium, en solutions à différents titres, injectées par les voies sous-cutanée, intramusculaire ou surtout intraveineuse. Ce procédé de traitement a été employé à l'exclusion de tout autre.

Voici, très brièvement résumés, les résultats obtenus :

Tétanos. — 1° Contractures cervicales, dorso-lombaires et trismus accusés. Solution de MnO^4K à $\frac{1}{250}$ injectées dans la jugulaire, 5^{cm^3} à 8^{cm^3} chaque jour : disparition temporaire des contractures. Mort le quatrième jour.

2° Mêmes contractures, trismus un peu moins accusé. Injections intraveineuses de solutions de MnO^4K à $\frac{3}{1000}$ à raison de 12^{cm^3} le premier jour, 20^{cm^3} le deuxième, 20^{cm^3} le troisième. Mort accidentelle le quatrième jour.

3° Forme aiguë paraissant devoir entraîner la mort rapidement. Traitée par des solutions de MnO^4K : 10^{cm^3} le premier jour, 20^{cm^3} le deuxième, 30^{cm^3} le troisième, 40^{cm^3} le quatrième, 50^{cm^3} les cinquième et sixième jours. Bien que l'animal soit placé dans les plus mauvaises conditions hygiéniques, dès le troisième jour du traitement les contractures commencent à s'atténuer notablement; guérison complète en trois semaines (3).

4° Forme suraiguë, mort en trois jours. Le persel, employé comme dans le cas précédent, a eu une action nette le premier jour, mais il a été inactif dans la suite; ce résultat est d'ailleurs conforme à ce qui a été constaté expérimentalement.

5° Tétanos localisé au membre antérieur droit. Injection dans la masse des muscles anconés de 50^{cm^3} d'une solution de MnO^4K à $\frac{1}{150}$: formation d'un abcès de fixation, guérison en 12 jours (4).

Gourme. — Affection ancienne se traduisant par une hyperthermie peu accusée, un jetage abondant, une toux quinteuse, disparition de ces troubles en 6 jours après injection quotidienne de 6^{cm^3} de MnO^4K en solution à $\frac{1}{250}$, voie veineuse.

---

(1) Séance du 17 décembre 1917.

(2) M. Belin, *Action des substances oxydantes sur les toxines* in vivo (*Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1260 et 1848, et t. 158, 1914, p. 966).

(3) M. Belin, *Société Centrale de Médecine vétérinaire*, 21 juin 1917.

(4) M. Belin, *Ibid*., 30 juillet 1916.

Typho-anémie. — Forme grave, traitée par des injections intraveineuses des solutions de MnO^4K à $\frac{1}{125}$ à raison de 10^{cm^3} chaque jour pendant 7 jours : état général meilleur dès le deuxième jour du traitement, abaissement régulier de la courbe thermique. Une injection sous-cutanée de 40^{cm^3} d'une solution à $\frac{1}{50}$ faite le quatorzième jour détermine la formation d'un volumineux œdème; une ponction a permis d'évacuer dans la suite un liquide abondant, légèrement louche, sans élément purulent : action très favorable sur l'évolution de l'affection.

Fièvre typhoïde. — L'action des solutions de MnO^4K à $\frac{1}{250}$ injectées dans la jugulaire à raison de 20^{cm^3} chaque jour pendant 4 jours, et de 10^{cm^3} pendant les trois jours suivants, s'est traduite par un abaissement rapide de la courbe thermique, ainsi que des courbes se rapportant aux respirations et aux pulsations et par une amélioration presque immédiate de l'état général.

M. le professeur Mohlant, de l'Université de Louvain, a bien voulu me faire savoir qu'il a traité récemment par cette méthode 25 chevaux; il a obtenu la guérison de tous ses malades.

Rhumatisme aigu. — 1° MnO^4K $\frac{1}{50}$, injections sous-cutanées de 10^{cm^3} à gauche et à droite du poitrail : même action locale que dans le cas de typho-anémie; amélioration dès le lendemain du traitement, guérison en 8 jours.

2° Chez deux autres malades, 10^{cm^3} d'une même solution sont injectés sous la peau de l'encolure, en quatre points, à raison de 2^{cm^3},5 à chaque point d'injection : guérison en 5 et 9 jours.

Angine. — Guérison obtenue chez trois sujets récemment atteints à l'aide d'injections faites en quatre points autour de la gorge à raison de 0^{cm^3},5 ou 1^{cm^3} de solution à $\frac{1}{50}$ à chaque point d'injection.

Ces résultats cliniques sont donc en tous points conformes aux résultats expérimentaux que j'ai fait connaître : action également favorable sur l'évolution de maladies infectieuses de types divers; action d'autant plus nette que cette méthode est employée plus tôt.

La diversité des substances chimiques employées : chlorate, permanganate, terpène ozoné, semble prouver que le seul élément agissant est l'oxygène. Tout concourt à faire admettre que son action s'exerce sur les toxines comme je l'indiquais dans la conclusion de mes expériences. Contrairement à ce que pensent quelques auteurs [1], certaines toxines microbiennes, sinon toutes, sont oxydables *in vivo*.

Il paraît désormais aussi rationnel d'admettre l'oxydation normale par les organismes de toxines microbiennes que l'oxydation des bases toxiques qui s'accumulent dans les tissus quand les oxydations sont enrayées ou

---

(1) H. Dorlencourt, *Thèse de Paris*, 1912, p. 86.

deviennent insuffisantes. Il est donc logique d'aider les malades à lutter contre les maladies infectieuses en leur fournissant des substances oxydantes qui augmenteront considérablement ces oxydations, suivant un mécanisme qu'il conviendra de préciser. Les résultats expérimentaux et cliniques que j'ai relatés s'expliquent vraisemblablement par ce fait que, les toxines étant rendues inactives, l'organisme parvient à se débarrasser avec beaucoup plus de facilité des agents microbiens. *La thérapeutique antitoxique basée sur l'oxydation apparaît donc aussi indispensable que la thérapeutique antimicrobienne faisant intervenir la phagocytose;* l'une et l'autre pouvant vraisemblablement se compléter très heureusement.

Les *agents thérapeutiques* qui peuvent être employés paraissent assez nombreux : le *permanganate de potassium*, qui agit par son oxygène et, peut-être aussi, par son manganèse comme auto-oxydateur; Mélamet (1) l'a utilisé de façon encourageante, en injections intramusculaires, dans le traitement de la gonococcie. Le *chlorate de sodium* pourrait être utilisé avantageusement (2). Le *persulfate de sodium* a donné de bons résultats entre les mains de L. Bérard et A. Lumière. *L'ozone* peut être employé.

Les *métaux colloïdaux* agissent très vraisemblablement par oxydation. Le *pinène* est un auto-oxydateur qui peut expliquer l'action de l'essence de térébenthine employée pour produire les abcès de fixation.

Ces substances thérapeutiques n'agissent vraisemblablement que par leurs propriétés oxydantes; elles constitueraient des agents *oxythérapiques* d'autant plus actifs qu'ils seraient employés plus tôt, avant la fixation des toxines sur les centres nerveux, comme cela ressort nettement des expériences que j'ai relatées.

Je propose de donner à cette nouvelle méthode de chimiothérapie générale antitoxique le nom d'*oxydothérapie*.

La séance est levée à 16 heures et demie.

A. Lx.

---

(1) L. Bérard et A. Lumière, *Lyon chirurgical*, n° 4, octobre 1915, p. 404-425.

(2) M. Belin, *Société de Pathologie comparée*, décembre 1915.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 DÉCEMBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. **J.-L. Renaut**, Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'éruption du volcan de Quetzaltepeque et le tremblement de terre destructeur de San Salvador* (*juin-juillet* 1917). Note de **M. A. Lacroix.**

Au début de juin, des télégrammes provenant de l'Amérique centrale ont annoncé la destruction de la ville de San Salvador par un tremblement de terre et par une éruption volcanique. Le tremblement de terre n'était pas pour surprendre, le Salvador est une terre classique d'instabilité séismique; treize fois (1) déjà la capitale de la petite république a été complètement détruite par des tremblements de terre, mais l'information concernant une éruption volcanique paraissait suspecte. San Salvador se trouve bien, en effet, à quelques kilomètres d'un volcan, mais la seule éruption connue de celui-ci date de plus de 260 ans, et depuis lors il semblait être en sommeil.

J'ai réuni quelques documents qui permettent d'élucider le problème. Au cours de l'été, M. Lallemand m'a communiqué une lettre d'un ingénieur salvadorien, M. Luis Matamoros, témoin d'une partie des événements;

---

(1) 1538 (ou 1539), 1576, 1593 (ou 1594), 1656, 1659, 1707, 1719, 1798, 1806, 1815, 1839, 1854, 1873.

cette lettre laissant dans l'ombre quelques points importants, notre confrère a bien voulu transmettre à son correspondant un questionnaire et aussi une demande d'échantillons de roches. Au moment où sa réponse nous parvient, je puis la compléter grâce à des renseignements et des photographies que m'a obligeamment communiqués M. Pedro Jaime Matheu, Consul général de Salvador en France.

Quelques mots tout d'abord sur la région de San Salvador : elle est entièrement volcanique. A. Dollfus et de Mont Serrat ont donné [1] sur elle quelques détails, complétés plus tard par M. F. de Montessus de Ballore [2]; plus récemment, M. Karl Sapper a fourni un supplément d'information [3] résultant en partie d'une exploration faite en 1888 par une Commission scientifique salvadorienne composée de MM. Sanchez, Barbarena, J. Puente et Figeac.

Le massif de San Salvador est formé par deux montagnes; le volcan de San Salvador est un pic aigu dont la silhouette rappelle celle du Puy de Dôme et de la Soufrière de la Guadeloupe (dôme andésitique?); le volcan de Boqueron ou de Quetzaltepeque, qui lui est accolé du côté du Sud-Ouest, a une forme arrondie; son sommet est creusé d'un cratère elliptique d'une profondeur d'environ 400^m [4]. Au fond de ce cratère, et comme dans un puits de verdure aux parois presque verticales couvertes d'énormes pins (*Pinus tenuifolia*), apparaît ou plutôt apparaissait avant l'éruption, un lac aux eaux vertes. Sur le flanc méridional de la montagne se remarque, au-dessus de Santa Tecla, le petit cratère adventif de la Joya qui semble avoir été le siège de quelques fumerolles en 1876. Sur le flanc nord, le long d'une ligne joignant le cratère à la ville de Quetzaltepeque, quatre autres petits cratères, les Boqueroncitos, sont étagés les uns au-dessus des autres, diminuant de diamètre de haut en bas.

A la base du volcan [5] se dressent trois cônes de cendre; l'un, ayant 100^m de hauteur, à 2^{km} nord de Nejapa (5^{km} ouest de Quetzaltepeque) aurait été, en 1806, d'après Dollfus et de Mont Serrat, le siège d'une petite éruption sur laquelle aucun détail n'a été fourni. Les deux autres, El Realenco et El Playon, ont environ 140^m de hauteur : c'est du dernier qu'est partie, le 30 septembre 1659, une grande

---

(1) *Voyages géologiques dans les républiques du Guatemala et du Salvador*. Paris, 1868, p. 374.

(2) Tremblements de terre et éruptions volcaniques au Centre-Amérique, depuis la conquête espagnole jusqu'à nos jours, publié par la *Société d'Histoire naturelle de Saône-et-Loire*. Dijon, 1888, p. 97.

(3) Die mittelamerikanischen Vulkane. *Petermann's Mitteil.* Ergänzungsheft, n° 178, 1913, p. 47.

(4) D'après la Commission salvadorienne, le diamètre du cratère à son orifice est d'environ $1^{km},5$; le bord le plus élevé a une altitude de 1787^m ; il domine de 377^m le niveau du lac, qui mesure $400^m \times 450^m$.

(5) Pour être complet, il faudrait citer encore, au pied nord-ouest du Boqueron, la maare de Chanmico occupée par un lac et, au sud-sud-est, celle de la lagune de Cuscatlan, entre Santa Tecla et San Salvador.

coulée de lave mesurant $5^{km} \times 2^{km}$, qui a barré la rivière de Nejapa et détruit la ville indienne du même nom. Le cratère de Boqueron émit alors une grande quantité de cendres qui ont été emportées par le vent à plus de 200^{km} au Nord-Est, jusqu'à Comayagua dans le Honduras. C'est à ces données que se résument les informations précises sur l'histoire passée du volcan.

Arrivons aux événements de 1917. Le 3 juin, les professeurs et les élèves de l'Institut salvadorien avaient fait une excursion au Boqueron sans y remarquer rien d'anormal. Le 7 juin, après une belle journée terminée par quelques gouttes de pluie, à $18^h 25^m$ une forte secousse de tremblement de terre se fit sentir au pied du volcan; elle fut bientôt suivie par d'autres, se succédant avec une intensité bientôt croissante. L'une d'elles, particulièrement violente et désastreuse, se produisit à 21^h; une violente détonation se fit entendre alors venant du volcan et, de San Rafael (demeure de M. Matamoros), situé à 10^{km} au sud du Boqueron, on vit s'élever derrière la montagne une colonne embrasée qui s'inclina vers le Nord. De la Presa, située au nord du volcan, on aperçut un point brillant, puis bientôt une vaste surface incandescente; une coulée de lave commençait à sortir du flanc nord du Boqueron à une altitude d'environ 1300^m. Le phénomène a été observé de près, dès le lendemain, par MM. Georges et Henri Lardé de l'Observatoire national du Salvador, dont le récit m'a été communiqué par M. Matheu. Ils parvinrent aux bouches nouvelles après avoir traversé une région bouleversée par des éboulements et crevassée. Trois petits cratères s'étaient tout d'abord ouverts sur les côteaux d'El Pino, puis d'autres sur les collines Chintos et enfin du côté d'El Tronador, où les projections incandescentes et les dégagements de gaz suffocants furent particulièrement intenses; c'est de ce dernier point que s'est écoulée la lave dont le courant, s'élargissant jusqu'à El Playon, s'est étalé ensuite entre Quezaltepeque, Sitio del Niño et Chanino, brûlant tout sur son passage et allant s'étendre jusqu'à Sitio grande et Matazano. De violentes secousses du sol et de sourds grondements ont accompagné l'épanchement incandescent.

Le 9 juin, à 3^h, une haute colonne de vapeur blanche s'éleva du Boqueron : dans l'après-midi, elle prit une couleur plus foncée. Quelques jours plus tard, plusieurs personnes se risquèrent au cratère d'où s'élevait de temps en temps un panache blanc. Le lac paraissait en ébullition; il s'en dégageait des bouffées de vapeur; la description qui m'en a été donnée et une photographie que j'ai pu voir m'ont rappelé certains des

phénomènes dont j'ai été le témoin en 1903, sur les bords du cratère de Saint-Vincent, la topographie de ce dernier est assez semblable à celle qui a été décrite plus haut. Pendant toute cette période, la montagne était fréquemment couverte de nuages orageux sillonnés d'éclairs.

Il y eut un peu de répit dans cette activité explosive vers le 15 juin, puis le 4 juillet, alors que des bouches nouvelles ne s'élevaient plus que des fumerolles, des explosions extrêmement violentes se sont produites au cratère central. Quand l'ascension de la montagne fut possible, on constata que le lac avait disparu ([1]), la végétation forestière était anéantie, le fond du Boqueron était rempli de fragments rocheux au milieu desquels s'édifiait un petit cône de débris; il en partait des explosions soulevant des blocs qui atteignaient ou dépassaient les bords du cratère pour retomber ensuite dans la cavité, alors que des cendres fines étaient entraînées au loin par le vent. Dans cette période d'activité décroissante, les explosions avaient lieu toutes les 5 ou 6 minutes, leur intensité était variable, les détonations accompagnant les plus importantes étaient entendues de San Salvador; entre chaque explosion, le cratère devenait clair et il était facile d'en distinguer tous les détails.

L'unique échantillon de lave que j'ai examiné a été recueilli dans la coulée : il possède un aspect basaltique ([2]); sa surface est lisse et mamelonnée, sa cassure bulleuse. Au moment de son émission, cette lave devait être très fluide, aussi me semble-t-il que les projections incandescentes signalées par les observateurs aux bouches nouvelles ont dû revêtir le caractère strombolien; l'examen des cendres émises par elles serait intéressant à faire comme contrôle de cette opinion. D'abondantes sublimations salines ont couvert la coulée; elles ont été rapidement enlevées par la pluie; l'examen chimique des eaux de lessivage de la lave étudiée montre que ces sublimations étaient constituées en grande partie par du chlorure (salmiac) et du sulfate d'ammonium, associés à un peu de chlorure de sodium.

Les cendres du Boqueron (recueillies à 10^{km} du cratère) sont sableuses

---

([1]) De vieilles relations espagnoles citées par Palacio font penser que tel était en 1576 l'état du cratère du Boqueron, qui semble avoir été modifié aussi par l'éruption de 1659. La formation du lac est donc postérieure à cette date, et il est vraisemblable qu'il sera rapidement reconstitué si l'activité éruptive ne continue pas.

([2]) Je réserve pour une Note ultérieure l'étude de cette lave qui semble être une *andésite augitique* plutôt qu'un basalte. Le seul échantillon que je possède est trop vitreux pour que l'examen microscopique seul puisse permettre de résoudre la question.

et formées par de petits fragments anguleux [1] de lave, plus cristalline que celle de la surface de la coulée; leur forme permet d'affirmer qu'ils ont été lancés par des explosions brisantes de nature vulcanienne et cette interprétation est corroborée par l'examen des photographies d'explosions prises des bords du cratère. Ces photographies représentent des nuées à circonvolutions nettes offrant un aspect presque solide au départ, s'éclaircissant rapidement à mesure qu'elles se dilataient en s'appauvrissant en matériaux solides.

Les données qui viennent d'être exposées permettent de caractériser nettement l'éruption; celle-ci a débuté par de violentes secousses séismiques dont le maximum a coïncidé avec la production d'une déchirure du sol qui a permis la sortie de matériaux gazeux, puis d'une grande quantité de matière fondue. La fissure s'est ouverte sur le flanc nord du volcan du Boqueron, dans la même direction radiale que celle de la dernière éruption du volcan en 1659 (mais l'épanchement s'est produit d'un point situé à une altitude plus élevée). C'est là le mécanisme des éruptions de l'Etna. Une fois terminés les phénomènes stromboliens des bouches nouvelles et aussi l'épanchement de la lave, c'est-à-dire une fois la fissure obturée, l'activité s'est localisée dans le cratère central, où elle a pris une forme vulcanienne. Nous retrouvons là l'ordre de succession qui a caractérisé l'éruption du Vésuve en 1906 [2].

Au point de vue humain, le phénomène destructeur a été le tremblement de terre; la ville de San Salvador a été presque entièrement ruinée; la plupart des maisons privées ont été détruites, ainsi que certains des monuments publics; comme cela arrive toujours en pareille circonstance, une partie des dommages a été due à des incendies consécutifs à l'écroulement des maisons. Il est bon de noter que, de même qu'à San Francisco, à Kingstown, etc., lors des dernières catastrophes séismiques dont ces

---

[1] L'examen de la forme et du degré de cristallinité des débris de lave constituant les cendres des éruptions que j'ai suivies (Martinique, Saint-Vincent, Vésuve, Etna, Stromboli) ou dont je connais le mécanisme (Réunion, Vulcano, etc.), me fait penser que ce genre de matériaux volcaniques peut fournir de précieuses indications sur la modalité des phénomènes qui les ont produits. Il est bon de ne les étudier qu'après les avoir débarrassés par tamisage ou lévigation des portions les plus fines.

[2] Il faut aussi signaler la production de pluies boueuses dans la période explosive (notamment à Santa Tecla, dans la nuit du 7 au 8 juin) et aussi de torrents boueux, plus ou moins chauds, phénomène secondaire fréquent dans les régions tropicales au cours des éruptions donnant d'abondantes émissions de cendres.

villes ont été les victimes, les constructions en ciment armé ont bien résisté. Des ravages analogues se sont produits dans les villes et villages voisins (Santa Tecla, Quezaltepeque, Armenia, etc.) dans un rayon d'environ 25^{km}. Des pertes de vies humaines ont été à déplorer, les pertes matérielles ont atteint au moins une soixantaine de millions.

L'action propre à l'éruption a été limitée à la destruction par le feu de toute la région (éloignée de la capitale) envahie par les laves et aux dommages subis par les plantations (caféiers) dans un rayon de 4^{km} environ, là où la chute de cendres a été particulièrement intense, avec une atténuation progressive au delà de cette distance.

L'éruption qui vient d'être décrite ne tire pas seulement son intérêt du fait qu'elle constitue le réveil d'un volcan considéré comme éteint; elle apporte aussi une donnée précise pour la discussion depuis si longtemps ouverte au sujet des relations possibles des séismes et du volcanisme là où il existe. M. de Montessus de Ballore a traité la question en ce qui concerne les séismes de San Salvador ([1]) et il semble bien conclure pour la négative, tout en ne cachant pas les arguments en faveur d'une liaison possible, dans ce cas particulier, entre ces deux ordres de phénomènes; les événements de 1917 viennent s'ajouter à ces arguments, consistant essentiellement en ce qui s'est passé en 1659 et en 1879-1880 (destruction de San Salvador et éruption de la lagune voisine d'Ilopango). Il y a là au moins trois exemples indiscutables de séismes destructeurs d'origine nettement volcanique.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur un cas particulier de diffraction des images des astres circulaires*. Note de M. **Maurice Hamy**.

Des considérations particulières m'ont conduit à penser qu'il y aurait avantage, à divers points de vue, pour mesurer le diamètre mal connu du Soleil, à observer l'astre au foyer d'une lunette dont l'objectif est recouvert d'un écran opaque, percé d'une fente longue et étroite. L'interposition d'un pareil diaphragme, dans le trajet des rayons, a pour effet de provoquer une dilatation de l'image, dans le sens perpendiculaire à la fente, et l'étude de cette déformation ne présente pas d'intérêt particulier. Dans le sens parallèle à la longueur de la fente, les choses se passent, au con-

---

([1]) *Les tremblements de Terre*. Paris, 1906, p. 389 et 391.

traire, tout autrement et la distance angulaire des bords de l'image, considérée au niveau de son centre, présente alors un rapport étroit avec le diamètre de l'astre.

L'examen théorique du sujet est intimement lié à la solution du problème suivant :

Un astre circulaire, de diamètre 2ε, étant observé au foyer d'une lunette diaphragmée par une fente rectiligne, trouver les variations de l'intensité lumineuse, dans le sens parallèle à la longueur l de la fente, dans une direction faisant l'angle φ avec la droite allant de l'observateur au centre de l'astre.

Dans mes recherches sur cette question, j'ai supposé l'éclat intrinsèque de l'astre uniforme, la variation de l'éclat du centre au bord n'exerçant qu'une influence négligeable sur les conclusions. On pourrait d'ailleurs en tenir compte, sans introduire de sérieuses complications dans la théorie. Ce que je vais dire ici se rapporte au cas d'une fente très étroite.

Appelons λ la longueur d'onde de la lumière pénétrant dans l'œil de l'observateur, supposée rendue sensiblement monochromatique, à l'aide d'un écran sélecteur placé contre l'oculaire.

Posant

$$\alpha = \frac{\sin\varphi}{\sin\varepsilon}, \qquad m = \pi\frac{l\varepsilon}{\lambda},$$

on trouve que l'intensité, dans la direction φ, est proportionnelle à l'expression

$$(1) \qquad \mathrm{I} = 2\varepsilon^2 \int_{-1}^{+1} \sqrt{1-u^2}\left[\frac{\sin m(u-\alpha)}{m(u-\alpha)}\right]^2 du$$

ou

$$(2) \qquad \mathrm{I} = \varepsilon^2 \int_{C} \sqrt{1-u^2}\left[\frac{\sin m(u-\alpha)}{m(u-\alpha)}\right]^2 du,$$

l'intégrale étant prise le long d'un contour fermé C décrit par la variable, dans le sens direct, et renfermant les points $u = -1$ et $u = +1$. D'autre part, au point de rencontre du contour avec la partie positive de l'axe des abscisses, $\sqrt{1-u^2}$ a une valeur purement imaginaire positive.

Il convient d'ajouter que les formules (1) et (2) supposent, lorsque $\alpha^2 > 1$, que les valeurs de φ considérées, tout en étant supérieures à ε, au signe près, sont du même ordre de grandeur, le rapport $\alpha = \frac{\sin\varphi}{\sin\varepsilon}$ restant compris par exemple entre 1 et 2.

Dès que l atteint quelques centimètres, le nombre m peut devenir fort

élevé. Cette circonstance permet de calculer des expressions asymptotiques faisant connaître la valeur de I, avec une faible erreur relative, en appliquant des théories exposées dans mon Mémoire sur l'approximation des fonctions de grands nombres [1]. On est conduit à considérer trois cas distincts, suivant que α^2 est inférieur, supérieur ou égal à 1.

1° $\alpha^2 < 1$. Il y a lieu, dans ce cas, de partir de l'expression (1) de I et de modifier le chemin d'intégration comme il suit. Décrivons du point $u = \alpha$, comme centre, une demi-circonférence σ de rayon infiniment petit, du côté des ordonnées positives. La fonction sous le signe $\int$ étant holomorphe dans le voisinage de la valeur $u = \alpha$, on peut remplacer le diamètre de cette demi-circonférence, qui fait partie du chemin d'intégration donné, par la courbe elle-même. Appelons D le contour d'intégration ainsi obtenu. On peut alors écrire

$$\frac{m^2}{\varepsilon^2}\mathrm{I} = \int_{\mathrm{D}} \frac{\sqrt{1-u^2}}{(u-\alpha)^2}\,du - \int_{\mathrm{D}} \frac{\sqrt{1-u^2}}{(u-\alpha)^2}\cos 2m(u-\alpha)\,du.$$

Considérons l'intégrale

$$\mathrm{J} = \int_{\mathrm{D}} \frac{\sqrt{1-u^2}}{(u-\alpha)^2}\sin 2m(u-\alpha)\,du.$$

La partie de J, prise le long du chemin d'intégration qui se confond avec l'axe des abscisses, est évidemment réelle. Quant à celle qui est prise le long de la demi-circonférence, de centre $u = \alpha$, sa valeur s'obtient immédiatement en calculant le terme en $\frac{1}{u-\alpha}$ du développement de l'élément différentiel suivant les puissances de $u - \alpha$. On en déduit

$$\mathrm{J} + 2m\pi\sqrt{-1}\,\sqrt{1-\alpha^2} = \text{quantité réelle.}$$

Comme I est réel, $\frac{m^2 \mathrm{I}}{\varepsilon^2}$ est, par suite, la partie réelle de l'expression

$$\begin{aligned} &2m\pi\sqrt{1-\alpha^2} + \int_{\mathrm{D}} \frac{\sqrt{1-u^2}}{(u-\alpha)^2}\,du - \mathrm{H} \\ &= 2m\pi\sqrt{1-\alpha^2} - \pi + \pi\frac{\alpha}{\sqrt{1-\alpha^2}}\sqrt{-1} - \mathrm{H}, \end{aligned}$$

en faisant

$$\mathrm{H} = \int_{\mathrm{D}} \frac{\sqrt{1-u^2}}{(u-\alpha)^2}\,\mathrm{E}^{2m(u-\alpha)\sqrt{-1}}\,du,$$

E désignant la base des logarithmes népériens.

---

[1] *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1908.

Déformant convenablement le contour D, H se décompose en deux parties, chacune de la forme

$$\int f(u)\,\varphi^n(u)\,du.$$

où n représente un grand nombre, $|\varphi(u)|$ prenant sa plus grande valeur, le long du chemin d'intégration, à l'extrémité d'où part la variable. J'ai montré [1] comment on calcule de pareilles intégrales avec de faibles erreurs relatives. Finalement on arrive à la formule

$$(3)\quad \frac{m^2}{\varepsilon^2}\mathrm{I} = 2m\pi\sqrt{1-\alpha^2}-\pi + \frac{\sqrt{\pi m}}{4}\left\{\frac{\cos\left[\frac{\pi}{4}+2m(1+\alpha)\right]}{m^2(1+\alpha)^2}(1+\eta') + \frac{\cos\left[\frac{\pi}{4}+2m(1-\alpha)\right]}{m^2(1-\alpha)^2}(1+\eta'')\right\},$$

η' et η'' étant des quantités dont il serait facile de calculer les premiers termes et telles que les produits $m\eta'$ et $m\eta''$ restent finis lorsque m augmente indéfiniment. Mais cela suppose essentiellement que le point $u=\alpha$ reste à distance finie des points $u=-1$ et $u=+1$.

2° $\alpha^2>1$. Dans ce cas, $\frac{m^2}{\varepsilon^2}\mathrm{I}$ est la partie réelle de l'expression

$$\int_{-1}^{+1}\frac{\sqrt{1-u^2}}{(u-\alpha)^2}\,du - \mathrm{K} = \pi\left(\frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2-1}}-1\right)-\mathrm{K}$$

en posant

$$\mathrm{K} = \int_{-1}^{+1}\frac{\sqrt{1-u^2}}{(u-\alpha)^2}\,\mathrm{E}^{2m(u-\alpha)\sqrt{-1}}\,du.$$

Cette intégrale se calcule exactement comme H et a même expression analytique. On trouve

$$(4)\quad \frac{m^2\mathrm{I}}{\varepsilon^2} = \pi\left(\frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2-1}}-1\right) + \frac{\sqrt{\pi m}}{4}\left\{\frac{\cos\left[\frac{\pi}{4}+2m(1+\alpha)\right]}{m^2(1+\alpha)^2}(1+\eta') + \frac{\cos\left[\frac{\pi}{4}+2m(1-\alpha)\right]}{m^2(1-\alpha)^2}(1+\eta'')\right\},$$

les produits $m\eta'$ et $m\eta''$ restant finis, lorsque m augmente indéfiniment, à condition que α ne tende ni vers $+1$, ni vers -1.

3° $\alpha=1$. Les moyens employés ci-dessus ne réussissent plus. On peut

---

[1] *Loc. cit.*, p. 251.

tourner la difficulté (¹), mais il est bien préférable de partir alors de la formule (2).

L'intégrale

$$\int_C \sqrt{1-u^2}\,\frac{\sin 2m(u-1)}{(u-1)^2}\,du$$

est réelle. On le reconnaît en remplaçant le contour C par un double lacet embrassant les points $u = +1$, $u = -1$ et le segment de l'axe des abscisses limité par ces points.

On en déduit que $2\frac{m^2 I}{\varepsilon^2}$ est la partie réelle de la somme

$$\int_C \frac{\sqrt{1-u^2}}{(u-1)^2}\,du - \int_C \frac{\sqrt{1-u^2}}{(u-1)^2}\,E^{2m(u-1)\sqrt{-1}}\,du.$$

La première intégrale a pour valeur -2π. Pour calculer la seconde, il convient de déformer le contour C de façon à le faire passer en entier au-dessus de l'axe des abscisses, sauf dans le voisinage des points $u = +1$ et $u = -1$. La considération de ces points permet alors d'obtenir la valeur asymptotique de l'intégrale. La question se ramène aisément à l'évaluation de deux intégrales de la nature de celles que j'ai étudiées dans mon Mémoire déjà cité (p. 264 et suiv.). On en déduit, en désignant par I_B l'intensité au bord géométrique,

$$(5)\qquad \frac{m^2 I_B}{\varepsilon^2} = -\pi + 2\sqrt{2\pi m}\left[1 + \frac{1}{16m} + \dots\right],$$

le produit par m^2 des termes négligés entre crochets restant fini lorsque m augmente indéfiniment.

L'expression de l'intensité lumineuse, dans le voisinage immédiat du bord géométrique de l'image, peut s'obtenir en développant l'expression (2) de I suivant les puissances de $\varphi - \varepsilon$, ce qui conduit à calculer les dérivées de I pour $\varphi = \varepsilon$.

Négligeant de faibles erreurs relatives de l'ordre de ε^2, on trouve

$$\frac{m^2}{\varepsilon^2}\left(\frac{d^p I}{d\varphi^p}\right)_{\varphi=\varepsilon} = \frac{1}{\varepsilon^p}\int_C \left[\frac{\sin m(u-1)}{u-1}\right]^2 \frac{d^p}{du^p}\sqrt{1-u^2}\,du,$$

intégrale qui se calcule par des moyens analogues à ceux déjà indiqués

(¹) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 457.

ci-dessus. Finalement on arrive à l'expression suivante valable pour $p \leqq 1$:

$$(6)\qquad \frac{m^2}{\varepsilon^2}\left(\frac{d^p I}{d\varphi^p}\right)_{\varphi=\varepsilon} = \frac{2}{4p^2-1}\left(\frac{2m}{\varepsilon}\right)^p \times\sqrt{2\pi m}\left[-\cos p\frac{\pi}{2} - \sin p\frac{\pi}{2} + \frac{3}{16m}\,\frac{2p+1}{2p-3}\left(\cos p\frac{\pi}{2} - \sin p\frac{\pi}{2}\right) + \ldots\right],$$

le produit par m^2 des termes négligés entre crochets restant fini lorsque m augmente indéfiniment.

Supposons φ voisin de ε; α est alors voisin de 1.

Nous avons dit que l'intégrale H, lorsque $\alpha < 1$, est décomposable en deux parties. Le développement asymptotique de l'une procède suivant les puissances de $\frac{1}{m(1+\alpha)}$ et celui de l'autre suivant les puissances de $\frac{1}{m(1-\alpha)}$. Le premier développement est valable, dans le cas qui nous occupe, lorsque m est grand; mais le second n'est utilisable que si $m(1-\alpha)$ est, de plus, un nombre élevé. La formule (3) n'est donc valable que si $m(1-\alpha)$ ou $\pi\frac{l}{\lambda}(\varepsilon-\varphi)$ est un nombre élevé et, dans cette hypothèse, tous les termes sont très petits par rapport aux deux premiers.

La conclusion concernant l'expression (4) de I, lorsque $\alpha > 1$, est identique.

Dans le cas où $l = 1^m$, $\lambda = 0^\mu,5$, si l'on désigne par σ'' la distance angulaire, exprimée en secondes d'arc, du point où l'on examine l'intensité, au bord géométrique,

$$\frac{\pi l}{\lambda}(\varepsilon-\varphi) = 30\sigma''.$$

Les formules (3) et (4) sont alors largement applicables, même à 1″ du bord géométrique, et les termes contenant $\frac{1}{4}\sqrt{\pi m}$ en facteur sont négligeables vis-à-vis des autres.

Nous reviendrons prochainement sur les conséquences découlant de nos formules.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la nécessité d'améliorer l'équation d'état de Clausius.* Note [1] de M. E. ARIÈS.

Dans quatre de nos récentes Communications [2], nous avons signalé les propriétés assez remarquables dont jouissait l'équation d'état de Clausius

$$p = \frac{RT}{v - \alpha} - \frac{\varphi(T)}{(v + \beta)^2} \tag{1}$$

dans l'hypothèse où la fonction φ était de la forme

$$\varphi(T) = \frac{K}{T^n}. \tag{2}$$

Nous avons montré notamment que cette équation s'accordait avec les nombreuses lois sur les états correspondants qu'on déduit du principe général de Van der Waals, principe qu'il convient d'énoncer comme il suit.

Pour tous les fluides d'une même atomicité, pris sous leurs poids moléculaires, l'équation d'état est la même, pourvu qu'on adopte, comme unités de température, de pression et de volume, la température critique du corps T_c, sa pression critique P_c et son volume moléculaire critique v_c.

Les trois variables ordinaires T, p et v sont alors remplacées par les variables réduites τ, π et ν, définies par les relations

$$\tau = \frac{T}{T_c}, \qquad \pi = \frac{p}{P_c}, \qquad \nu = \frac{v}{v_c}. \tag{3}$$

Il restait à soumettre la théorie au contrôle de l'expérimentation. Ce contrôle peut s'exercer largement sur les formules pratiques qu'on peut tirer de l'équation d'état, et qui sont fort nombreuses. C'est un travail qui promettait d'être fructueux : aussi l'avons-nous entrepris.

La formule qui donne la tension de la vapeur saturée d'un liquide est l'une des plus simples et en même temps des plus importantes parmi celles qu'on tire de notre équation d'état. C'est donc sur elle que nous avons porté tout d'abord nos investigations. Nous l'avons déjà donnée dans l'une des Communications précitées [3]. En désignant par Π ce que devient la variable réduite π, quand elle se rapporte à l'état de saturation, la tension

(1) Séance du 24 décembre 1917.

(2) *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 737, 963, et t. 164, 1917, p. 134, 261.

(3) *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 964.

de la vapeur saturée d'un liquide s'exprime au moyen du système

$$(4) \qquad \Pi = \tau Z, \qquad x = \tau^{n+1}.$$

qui est complètement défini quand on connaît T_c, P_c, n. Les deux premières constantes sont généralement connues; Z est une fonction de x, dont on ne peut donner une expression algébrique, mais dont la valeur, correspondant à chaque valeur de x, est donnée par la Table de Clausius (1).

On voit par ces équations, qu'à des températures réduites égales, la tension réduite de vaporisation est la même pour tous les corps dont l'équation d'état comporte le même exposant n dans la fonction φ, et que, par suite, cet exposant est une fonction du degré d'atomicité des corps, si le principe de Van der Waals leur est applicable.

Pour contrôler à la fois cette première conséquence du principe de Van der Waals et la loi de variation de la tension de vapeur, exprimée par le système des deux équations (4), il y avait lieu d'entreprendre nos recherches par groupes de corps de même atomicité; il était tout indiqué de les commencer par l'étude des corps monoatomiques.

Il en existe trois, le crypton, le xénon et l'argon, dont les tensions critiques T_c et P_c sont connues, et qui ont été l'objet d'observations soignées, fixant la tension de leur vapeur sur une assez grande étendue de l'échelle thermométrique. Un examen attentif de ces observations vient confirmer d'une façon très sensible, pour les corps monoatomiques, la loi des états correspondants. Il restait à savoir s'il existe pour ces corps une valeur unique de l'exposant n permettant au système des équations (4) de bien représenter les tensions de vapeur observées.

A proprement parler, aucune valeur de n ne peut convenir. Cette constatation assez décevante ne doit cependant pas décourager le chercheur. Les essais auxquels nous avons dû nous livrer conduisent, en effet, à des remarques de haute importance. Deux de ces essais méritent l'attention : ils ont été faits avec les exposants $n = \frac{1}{2}$ et $n = \frac{2}{3}$. Le Tableau ci-après permet de comparer, dans les deux cas, les valeurs observées et les valeurs calculées de la tension réduite de vapeur pour les trois corps.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. 30, p. 433 à 451. Dans la Table de Clausius, x est ce qu'il désigne par $\frac{\theta}{\Theta}$ et Z ce qu'il désigne par $\frac{\Pi}{\Pi}$.

T.	τ.	P (atm.).	H obs.	H calc. $\left(n = \frac{1}{2}\right)$.	H calc. $\left(n = \frac{2}{5}\right)$.
		Crypton (Ramsay et Travers, 1901).			
111,0	0,5277	0,39	0,0072	0,0050	0,0080
121,1	0,5756	1,00	0,0184	0,0142	0,0197
124,7	0,5927	1,32	0,024	0,019	0,026
135,1	0,6421	2,63	0,048	0,042	0,054
147,2	0,6996	5,26	0,096	0,090	0,107
161,85	0,7692	10,53	0,194	0,189	0,210
170,8	0,8118	15,79	0,291	0,277	0,293
179,35	0,8524	21,05	0,388	0,380	0,408
185,9	0,8836	26,32	0,485	0,484	0,505
191,6	0,9106	31,58	0,582	0,583	0,601
196,6	0,9344	36,84	0,679	0,673	0,695
201,1	0,9558	42,11	0,776	0,775	0,787
207,65	0,9869	50,00	0,921	0,910	0,933
210,4	1,0000	54,26	1,000	1,000	1,000
		Xénon (Ramsay et Travers, 1901).			
148,8	0,5173	0,39	0,0068	0,0039	0,0064
163,5	0,5684	1,00	0,0174	0,0106	0,0174
168,7	0,5864	1,32	0,023	0,017	0,023
182,8	0,6355	2,63	0,046	0,038	0,049
199,5	0,6935	5,26	0,092	0,086	0,099
219,5	0,7630	10,53	0,184	0,184	0,206
233,0	0,8100	15,79	0,276	0,273	0,297
243,6	0,8468	21,05	0,368	0,368	0,395
252,5	0,8777	26,32	0,460	0,465	0,486
260,1	0,9042	31,58	0,552	0,567	0,572
267,1	0,9285	36,84	0,644	0,654	0,670
273,6	0,9511	42,11	0,736	0,753	0,785
281,8	0,9796	50,00	0,874	0,894	0,899
287,67	1,0000	57,24	1,000	1,000	1,000
		Argon (Ramsay et Travers, 1901, de T = 79,0 à T = 126,7. Crommelin, 1910, de T = 132,2 à T = 150,6).			
79,0	0,5246	0,39	0,0081	0,0046	0,0087
87,1	0,5783	1,00	0,0208	0,0145	0,0207
97,85	0,6497	2,63	0,055	0,047	0,059
107,2	0,7118	5,26	0,110	0,104	0,123
118,5	0,7869	10,53	0,220	0,223	0,246
126,7	0,8413	15,79	0,329	0,353	0,371
132,2	0,8778	22,18	0,462	0,465	0,506
138,3	0,9183	29,26	0,610	0,613	0,630
143,2	0,9508	35,85	0,747	0,752	0,799
147,5	0,9794	42,46	0,885	0,891	0,896
150,3	0,9980	47,50	0,990	0,989	0,997
150,6	1,0000	48,00	1,000	1,000	1,000

Dans le premier cas $\left(n = \frac{1}{2}\right)$, il résulte de cette comparaison que si, aux basses températures, l'écart entre les deux valeurs est d'abord accentué, il s'atténue cependant assez rapidement, et qu'à partir de $\tau = 0,70$ jusqu'à $\tau = 1$ (état critique), on constate un rapprochement des plus remarquables entre les tensions observées et les tensions calculées.

On pouvait se demander s'il ne serait pas possible d'obtenir un accord plus satisfaisant en modifiant légèrement l'exposant $\frac{1}{2}$. Il n'en est rien, bien au contraire. Toute augmentation de l'exposant n'a d'autre effet que d'aggraver les divergences aux basses températures et de rompre les concordances aux hautes températures. L'effet d'une diminution se présente un peu autrement, mais sans donner un résultat plus acceptable. L'exposant $n = \frac{2}{5}$, par exemple, donne lieu aux tensions réduites consignées dans le Tableau. Elles sont bien en accord avec les tensions observées aux températures les plus basses, de $\tau = 0,50$ à $0,60$; mais au delà, elles s'élèvent d'une façon exagérée, principalement pour l'argon.

Les enseignements à tirer de ces constatations sont les suivants :

Pour obtenir une formule plus exacte de la tension de vapeur saturée, il convient de donner une forme plus générale à l'équation de Clausius, tout en conservant à la fonction φ l'expression (2) qui paraît s'imposer. Il y aura intérêt à ce que la nouvelle équation ne perde aucune des précieuses qualités dont jouit celle qu'il s'agit d'améliorer. Cette équation devra donc pouvoir s'intégrer facilement par rapport au volume, de façon à donner l'expression très importante de l'énergie libre; jointe à ses deux dérivées, prises également par rapport au volume et égalées à zéro, elle devra fournir entre les trois constantes critiques trois relations simples propres à déterminer ces constantes ; elle devra, par un changement des variables T, v, p en trois nouvelles variables x, y, z, pouvoir se transformer en une équation réduite, identique à celle qui dérive de l'équation (1), ce qui permettra d'utiliser la Table de Clausius pour le calcul des formules qui serait extrêmement compliqué sans le secours de cette Table.

Toutes ces conditions sont entièrement remplies, si l'on remplace dans l'équation (1) les deux constantes α et β par deux fonctions de la température. Telle est la modification que nous proposons d'apporter à l'équation de Clausius; elle ne peut évidemment avoir qu'une heureuse influence sur les formules à déduire de l'équation ainsi généralisée. On pourrait, au premier abord, croire que le bénéfice de cette généralisation sera perdu par la difficulté que présentera la détermination de deux nouvelles fonctions.

Nous espérons pouvoir montrer, dans une prochaine Note, qu'en procédant avec méthode, les complications à prévoir seront facilement vaincues.

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure directe de l'angle de décalage intérieur d'un alternateur et de la « torsance » (réactance transversale globale).* Note [1] de M. A. BLONDEL.

Le diagramme des alternateurs que j'ai donné dans une Note précédente [2] permet, comme je l'ai déjà signalé autrefois [3], de déterminer un coefficient global de self-induction transversale représentant tous les effets de réaction transversale et des fuites qui s'ajoutent à cette dernière pour produire le décalage des pôles de l'induit par rapport aux pôles de l'inducteur. Ce décalage provenant d'une torsion du flux principal, j'appellerai *torsance* la réactance correspondant à l'effet d'auto-induction produit par tout l'ensemble des flux qui se ferment autour de l'induit par l'air, par les encoches et par les pièces polaires, quand cet induit est parcouru par un courant purement watté, c'est-à-dire en phase avec la force électromotrice interne ou force électromotrice joubertique. Je me propose d'indiquer pour cette mesure divers dispositifs expérimentaux qui peuvent s'appliquer à un alternateur en service.

D'après le diagramme que je reproduis ici, OA représente la tension U aux bornes; OP le courant débité I, décalé d'un angle φ par rapport à U; la force électromotrice joubertique $\overline{OM}$ [4] s'obtient en portant à partir de A un segment

$$\overline{AB} = r'I,$$

puis de B un segment perpendiculaire à OP et ayant pour expression

$$\overline{BM} = \omega L_t I,$$

---

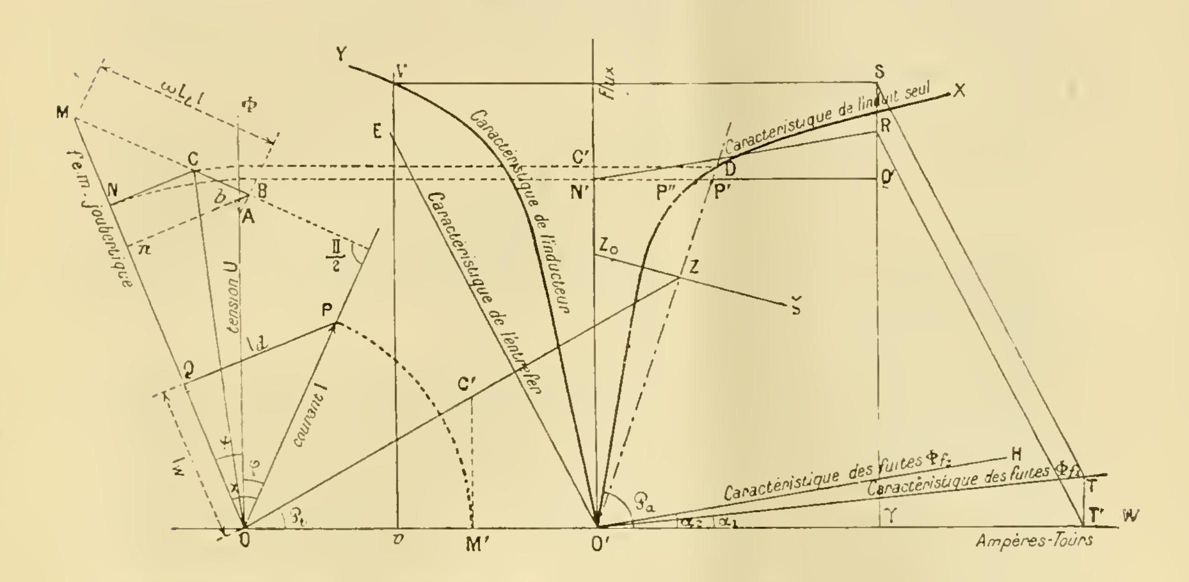
(1) Séance du 17 décembre 1917.

(2) *Comptes rendus*, t. 159, 1914, p. 570.

(3) *L'Industrie électrique*, novembre 1899, et *Proceedings of the International Electrical Congress*, Saint-Louis 1904. Dans ces deux études j'avais décrit l'emploi d'un contact tournant plus compliqué que le présent dispositif, mais qui peut être employé avantageusement comme méthode de zéro, surtout si l'on a soin de brancher le galvanomètre en dérivation sur la self-induction d'un circuit dérivé accordé à la résonance sur l'harmonique fondamental.

(4) C'est-à-dire la force électromotrice interne que supposerait pour produire ce régime la théorie ancienne de Joubert.

en appelant r' la résistance totale équivalente (c'est-à-dire comprenant la résistance ohmique et les effets de l'hystérésis et des courants de Foucault), ω la vitesse de pulsation et ωL_t la *torsance*.



Réciproquement, si l'on a mesuré par une expérience directe l'angle $\psi = \text{MOP}$, le courant I, et si l'angle de décalage extérieur φ a été déterminé par un phasemètre quelconque, on peut construire $\overline{\text{BM}}$ en traçant simplement par B une perpendiculaire à OP jusqu'à sa rencontre avec OM; le quotient

$$\frac{\overline{\text{BM}}}{\overline{\text{DP}}} = \omega L_t$$

donne alors immédiatement une valeur de la *torsance* correspondant aux conditions d'utilisation de la machine et aux conditions magnétiques du circuit.

Pour utiliser cette propriété, d'ailleurs évidente, il faut seulement pouvoir déterminer l'angle ψ de décalage interne; j'ai recours, dans ce but, à une méthode stroboscopique assez simple pour qu'on puisse l'appliquer aisément à toute machine existante.

Sur l'arbre de l'alternateur, on fixe par une vis un disque bien centré, muni de traits équidistants en nombre égal à celui des pôles de la ma-

chine (¹); autour de ce disque, ou en avant de lui, on dispose un anneau de carton concentrique, fixe ou mobile, portant une graduation permettant de lire les angles entre deux positions de traits.

On regarde le disque à l'aide d'un œilleton fixe placé en face d'un point de la périphérie, et l'on éclaire le disque par une source intermittente, donnant des éclats synchronisés correspondant à une phase, toujours la même, de la tension aux bornes U.

Le moyen le plus commode que j'aie trouvé pour faire cet éclairage est l'emploi d'un éclateur synchronisé par un électro-aimant agissant sur une palette vibrante, portant un contact en platine qui ouvre et ferme le courant primaire de la bobine d'induction alimentant l'éclateur; cet électro-aimant est parcouru par un courant dérivé dans un rhéostat non inductif branché aux bornes de l'alternateur (²).

Par des expériences préliminaires exécutées en 1916, avec le concours de mon assistant M. Touly, sur une petite commutatrice portant le disque que je viens de décrire, je me suis assuré que l'on pouvait obtenir un synchronisme absolument rigoureux et la constance de la phase de l'étincelle, grâce à une construction spéciale du vibrateur (³), qui comporte un contact porté par une palette auxiliaire amortie par un amortisseur en caoutchouc et un réglage de l'écartement de l'électro-aimant de l'écart des électrodes du contact.

Quand la commutatrice munie d'un volant tourne à une vitesse parfaitement régulière et que l'électro-diapason est alimenté toujours à la même

(¹) Il est avantageux d'employer un disque noirci et des traits blancs. Bien entendu, on peut remplacer les traits blancs par des fentes éclairées par derrière, ou employer des cartons blancs avec des traits noirs.

(²) On peut utilement interposer entre le circuit dérivé de l'alternateur et l'électro, qui est à très faible voltage, un transformateur à secondaire variable, permettant de régler la tension, toujours à la même valeur. Quand l'alternateur donne une onde impure, il est encore préférable de brancher l'électro-diapason en série dans un circuit dérivé comprenant un self et une capacité réglés de manière à laisser passer un courant en résonance (pas trop aiguë) sur l'harmonique principal de l'alternateur, pour éliminer les effets perturbateurs dus aux harmoniques supérieures.

(³) Le vibrateur est celui que j'ai déjà décrit à propos de l'électro-chronographe, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 977) il a été construit d'après mes indications par MM. Camillerapp et Delagrange, et exposé la même année à la Société de Physique. Des expériences oscillographiques ont montré qu'en alimentant l'électro-aimant par un courant alternatif des fréquences usuelles, l'étincelle de rupture se produit bien toujours exactement à la même phase.

tension par le courant d'un réseau sur lequel est branchée cette commutatrice, les traits blancs du disque apparaissent rigoureusement fixes.

Le voltage aux bornes de l'électro est réglé par un transformateur et par un rhéostat en série, dont la résistance reste invariable.

Il suffira de transporter le même dispositif sur l'alternateur à étudier et de faire successivement deux lectures de la position angulaire des traits blancs par rapport à la graduation mentionnée plus haut :

Première lecture avec l'alternateur débitant, ce qui donne une orientation du vecteur $\overline{OA}$ dans l'espace ;

Deuxième lecture avec l'alternateur fonctionnant à circuit ouvert (c'est-à-dire après avoir débranché l'alternateur), en ayant soin de ramener la tension aux bornes de l'électro à la même valeur que précédemment. Cette lecture détermine l'orientation du vecteur de la force électromotrice joubertique $\overline{OM}$, dont la position par rapport à l'alternateur est invariable.

Ce qui change en réalité dans les deux lectures, c'est le moment de production de l'étincelle à l'éclateur, étincelle qui jaillit au moment où se rompt le contact de la lame vibrante.

La distance angulaire entre les deux lectures faites sur la graduation, mesure l'angle $\widehat{MOA}$ du diagramme; l'angle $\widehat{AOP}$ étant donné par le phasemètre (ou par deux wattmètres qui permettent de le calculer), la somme des angles φ et ψ donne l'angle cherché $\widehat{MOP}$, et l'on peut achever la construction de $\overline{MB}$ comme on l'a expliqué plus haut. Le problème est donc résolu.

Cette méthode a le petit inconvénient d'exiger un vibrateur spécial, ainsi qu'une source à courant continu pour alimenter l'éclateur; pour accroître de la lumière, ce dernier doit être en magnésium et être shunté par un condensateur [1].

On pourrait simplifier le dispositif d'éclairement stroboscopique en employant comme source de lumière une petite lampe à incandescence à filament métallique fin et court (pour avoir un refroidissement rapide),

---

(1) Les caractéristiques du vibrateur et de l'éclateur employés dans les expériences mentionnées plus haut étaient les suivantes : Trembleur à lame de fer de longueur 100^{mm}; épaisseur, 2^{mm}; largeur, 10^{mm}; longueur d'encastrement, 16^{mm}. Différence de potentiel aux bornes : du diapason, 6 volts (accumulateurs); du circuit primaire de la bobine, 12 volts (accumulateurs). Résistance de l'enroulement : primaire, 0,7 ohm; secondaire, 3800 ohms. Condensateur plan à lame de verre (épaisseur $1^{\text{mm}},5$) et à armatures d'étain de $72^{\text{cm}}.2$, réalisant une capacité d'environ $2,5.10^{-4}$ microfarad. Éclateur à pointes en magnésium, écartées de $1^{\text{mm}},5$.

recevant le courant pris aux bornes de l'alternateur par l'intermédiaire d'un rhéostat absorbant presque toute la tension, mis en série avec le primaire d'un transformateur à noyau très saturé (donnant par conséquent une onde de force électromotrice secondaire à pointes aiguës), et en ayant soin de ramener toujours à la même valeur le voltage aux bornes secondaires de ce transformateur, par un rhéostat réglable ou mieux par des prises de courant divisant le secondaire; un éclairage de ce genre donne des maxima d'éclat très nets, et de phase constante par rapport à chaque alternance du courant; on pourra ainsi observer sur le disque tournant, au lieu d'un trait net, un secteur plus ou moins large, dont on pourra repérer le rayon médian par rapport à la graduation, de la manière qu'on a indiquée plus haut.

D'autres dispositifs expérimentaux sont possibles; ceux qui précèdent paraissent les plus commodes d'emploi pour la goniométrie des vecteurs des forces électromotrices des alternateurs.

RAPPORTS.

Rapport sommaire de la Commission de Balistique, par M. **Paul Appell.**

La Commission signale les mémoires suivants :

1° *Sur l'expansion des gaz à la bouche des canons*, par Ernest Esclangon (reçu le 17 décembre 1917).

2° *Sur l'expression par une fonction hypergéométrique de l'intégrale* $\xi_n(\tau)$ *qui s'introduit dans l'équation de l'hodographe, quand on suppose la résistance de l'air de la forme* kv^n, par M. J. Kampé de Fériet (reçu le 24 décembre 1917).

Rapport de M. **G. Humbert** *sur une Communication de M.* Gaston Julia, intitulée : *Sur les substitutions rationnelles* (1).

L'Académie m'a chargé d'examiner, en même temps que les quatre plis cachetés de M. Julia, ouverts dans la séance du 24 décembre, une Note où

(1) Voir ci-après, p. 1098.

le même auteur soulève une question de priorité, à propos de certains énoncés qu'il a, assure-t-il, consignés dans ses plis.

Pour ces énoncés, qu'il ne cite pas tous explicitement dans sa Note, il renvoie à l'ensemble d'une Note de M. Fatou ([1]), en exceptant l'exemple numérique, et, partiellement du moins, un des résultats qu'elle contient.

La comparaison du texte des deux Notes avec celui des quatre plis montre que l'assertion de M. Julia est fondée : ses plis renferment bien, parmi d'autres, tous les énoncés dont il revendique la priorité ; ils y figurent, soit dans les termes mêmes de l'une ou de l'autre Note, soit en termes équivalents, parfois aussi sous une forme plus générale ou plus étendue.

CORRESPONDANCE.

M. **Georges Friedel**, élu Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre des Colonies** adresse à l'Académie un exemplaire des volumes suivants du Rapport général sur la Mission de délimitation Afrique équatoriale française-Cameroun (1912-1913-1914) :

Tome I : *Astronomie, Topographie, Altimètrie, Radiotélégraphie ;*

Tome III : *La flore et la faune en Afrique équatoriale française. Cultures et animaux domestiques ;*

Tome IV : *Vocabulaires ;*

ainsi qu'un album de reproductions photographiques.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

L. Lex, *Lettres inédites de Joseph Dombey* (1785).

M. **L. Ballif** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

([1]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 992.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les substitutions rationnelles.* Note [1] de M. **Gaston Julia.**

Je viens de lire avec intérêt la Note de M. Fatou publiée dans le *Compte rendu* du 17 décembre 1917. Les résultats essentiels qu'elle contient, je les ai consignés moi-même antérieurement dans une série de quatre plis cachetés que j'ai déposés au Secrétariat de l'Institut et qui ont été enregistrés sous les n°s 8401, 8431, 8438, 8466, aux dates respectives du 4 juin 1917, du 27 août 1917, du 17 septembre 1917, du 10 décembre 1917. L'Académie pourra, en ouvrant ces quatre plis, se rendre compte que les résultats que donne M. Fatou, aux notations et aux exemples près, s'y trouvent avec l'indication brève des méthodes suivies, dont l'une, coïncidence curieuse, utilise précisément les résultats de M. Montel sur les suites normales de fonctions analytiques qu'utilise M. Fatou. L'Académie estimera, à la fois quant aux méthodes et quant aux résultats, à qui doit être attribuée la priorité. J'ajoute que mes quatre plis contiennent d'autres résultats en sus de ceux indiqués par M. Fatou, et d'autres méthodes. Et relativement aux résultats énoncés par M. Fatou, il y a des précisions nouvelles qu'on peut énoncer.

Quelques mots d'historique tirés des notes que j'ai conservées sur le contenu de mes plis. Si j'ai pris la décision de déposer ces plis, c'est qu'à la date du 21 mai 1917 M. Fatou faisait connaître dans les *Comptes rendus* quelques-uns des résultats auxquels j'étais parvenu. Aussi, dès le 4 juin, je faisais connaître dans mon premier pli :

1° Que le *domaine restreint* [2] (que j'appelais domaine immédiat de convergence) d'un point double ζ à multiplicateur $|s| < 1$ contenait toujours au moins un *point critique* pour la branche de la fonction inverse de $f(z)$ qui devient égale à ζ au point ζ. Je signalais la même propriété pour les points d'un groupe circulaire limite $\zeta, \zeta_1, \ldots, \zeta_{p-1}$ (cycle de M. Fatou)

$$[\zeta = f_p(\zeta), \quad \zeta_i = f(\zeta_{i-1}), \quad \ldots, \quad \zeta = f(\zeta_{p-1}), \quad |f'_p(\zeta)| < 1].$$

C'est bien dans le domaine *restreint* d'un au moins des ζ_i que se trouve un point critique de la fonction inverse de $f(z)$. C'est une précision

---

(1) Séance du 24 décembre 1917.

(2) J'utilise deux méthodes différentes, distinctes toutes deux des résultats de M. Montel.

apportée au résultat de M. Fatou (§ III de sa Note). J'en déduisais la limitation du nombre des points limites et des groupes circulaires limites.

2° Je donnais la relation $\sum_{1}^{k+1} \frac{1}{s_i - 1} + 1 = 0$ et j'en concluais *qu'il pouvait n'y avoir pas de point double à* $|s| \leqq 1$. Et aussi qu'il pouvait y avoir jusqu'à k points doubles à $|s| < 1$ pour une fraction de degré k. Donnant alors la condition nécessaire et suffisante pour que le *domaine restreint* d'un point limite soit aussi le *domaine total de convergence* vers ce point, j'en déduisais que, dès que le nombre de ces points limites est assez élevé, il y avait lieu de distinguer du *domaine restreint* le *domaine total de convergence* qui peut se composer alors d'une infinité d'aires. Je donnais l'exemple simple $z_1 = \frac{-z^3 + 3z}{2}$ qui s'est montré intéressant à plus d'un titre ([1]).

C'est là un résultat moins précis que celui énoncé par M. Fatou (lignes en italique du § I). Mais, depuis le dépôt de ce premier pli, en rédigeant un Mémoire détaillé ([2]), je déduisis de la condition précédente un résultat qui comprend en particulier celui de M. Fatou.

Je passe sous silence les autres résultats de cette Note. A cette époque j'ignorais les travaux de M. Montel. Mon attention sur eux fut attirée par sa Note du 4 juin 1917. Je les étudiai à ce moment dans un tirage à part que M. Montel voulut bien m'envoyer. Le 27 août, dans mon deuxième pli, je les utilisais et je faisais connaître les propriétés essentielles de l'ensemble parfait F que M. Fatou vient de donner. Je l'ai introduit d'une façon plus générale (l'appelant E'), sans me préoccuper des points doubles à $|s| < 1$ qui, je le savais, pouvaient ne pas exister. Je l'ai étudié *en lui-même*. Je reconnus son rôle dans la délimitation des domaines de convergence, et sa complexité, dans ce pli et dans celui du 17 septembre.

Les propriétés des paragraphes I, II, III, de la Note de M. Fatou, s'y trouvent avec d'autres. J'oubliais à ce moment qu'il pouvait y avoir deux valeurs exceptionnelles dans l'exemple $z_1 = kz^{\mp m}$ et ses équivalents. En rédigeant plus tard, je m'en rendis compte, et je réparai mon omission (d'ailleurs légère, puisque l'exemple $z_1 = kz^{\mp m}$, qui se ramène à $Z_1 = Z^{\pm m}$, est banal), un peu tardivement c'est vrai, à cause des préoccu-

([1]) Depuis, l'application de la règle de Newton aux équations algébriques de degré > 2 m'a donné, de ces circonstances, d'autres exemples intéressants. $z_1 = \frac{-z^3 + 3z}{2}$ peut d'ailleurs s'y ramener.

([2]) Déposé au Secrétariat de l'Académie le 24 décembre 1917.

pations de ma Thèse, dans mon pli du 10 décembre. Dans ce dernier pli j'étudiais aussi les points doubles à $s^p = 1$ et les groupes circulaires limites à $s^p = 1$ en reconnaissant que ces points étaient points limites et points de F, et que leur *domaine* contenait aussi un point critique pour l'inverse de $f(z)$. J'en ai donné des exemples pour lesquels j'énonce des propriétés précises de l'ensemble F. En particulier j'ai indiqué $z_1 = z + z^3$, qui, comme $z_1 = \frac{-z^3 + 3z}{2}$, présente les qualités de distribution des domaines que M. Fatou indique dans $z_1 = z^2 - 1$ (§ I et II de sa Note). J'en ai aussi indiqué d'autres.

J'avais aussi reconnu que F pouvait être un segment de droite, et donné l'exemple simple $z_1 = z^2 - 2$ (10 décembre) auquel se ramène, comme je viens de le vérifier, l'expression de $\cos 2u$ en $\cos u$ (Fatou, § IV). Enfin, je puis dire aussi que F peut se composer d'une infinité dénombrable de continus linéaires deux à deux extérieurs (et des points qui pourraient être points limites pour l'ensemble de ces continus) délimitant par leur ensemble un domaine D_∞ ayant une connexion *infinie*, chacun de ces continus délimitant une région intérieure *simplement connexe*, ces continus se groupant de telle façon que tout point de l'un d'eux est limite pour une infinité de continus distincts du premier, extérieurs au premier, à la façon déjà connue pour les points d'un ensemble parfait discontinu. Exemple : $z_1 = A\left(\frac{z^5}{5} - 2a\frac{z^4}{4} + a^2\frac{z^3}{3}\right)$, a réel positif et A réel positif assez grand déterminé dès que a est donné.

J'ai encore obtenu, depuis le 10 décembre, d'autres résultats que je ne puis exposer dans cette Note.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Transcendantes de Fourier-Bessel à plusieurs variables*. Note [1] de M. **Akimoff**, présentée par M. Appell.

M. Pérès a indiqué [2] pour les transcendantes $J_k(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ les relations suivantes :

$$(1) \quad \frac{\partial J_k}{\partial x_p} = \frac{1}{2}(J_{k-p} - J_{k+p}) \qquad (p = 1, 2, \ldots, n),$$

$$(2) \quad kJ_k = \frac{1}{2}[x_1(J_{k-1} + J_{k+1}) + 2x_2(J_{k-2} + J_{k+2}) + \ldots + nx_n(J_{k-n} + J_{k+n})].$$

---

(1) Séance du 24 décembre 1917.

(2) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 168.

qui conduisent à un système d'équations aux dérivées partielles admettant $2n$ solutions linéairement indépendantes dont l'une est la transcendante $J_k(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ elle-même. k étant un paramètre quelconque, les intégrales

$$(3) \qquad \frac{1}{2\pi i}\int_{\infty.\alpha}^{\infty.\beta} e^{\frac{x_1}{2}\left(u-\frac{1}{u}\right)+\frac{x_2}{2}\left(u^2-\frac{1}{u^2}\right)+\ldots+\frac{x_n}{2}\left(u^n-\frac{1}{u^n}\right)} u^{-k-1}\,du,$$

$$(4) \qquad \frac{1}{2\pi i}\int_{\frac{0}{\beta\rho}}^{\frac{0}{\alpha\rho}} e^{\frac{x_1}{2}\left(u-\frac{1}{u}\right)+\frac{x_2}{2}\left(u^2-\frac{1}{u^2}\right)+\ldots+\frac{x_n}{2}\left(u^n-\frac{1}{u^n}\right)} u^{-k-1}\,du,$$

$$(5) \qquad \frac{1}{2\pi i}\int_{\frac{0}{\beta\rho}}^{\infty.\alpha} e^{\frac{x_1}{2}\left(u-\frac{1}{u}\right)+\frac{x_2}{2}\left(u^2-\frac{1}{u^2}\right)+\ldots+\frac{x_n}{2}\left(u^n-\frac{1}{u^n}\right)} u^{-k-1}\,du,$$

$\rho = e^{\frac{\pi i}{n}}$, α et β désignant deux constantes telles que la partie réelle de

$$x_n\alpha^n = R(x_n\alpha^n) < 0, \qquad R(x_n\beta^n) < 0,$$

vérifient les relations (1) et (2). En posant

$$\beta = \alpha . e^{-\frac{2\pi i}{n}p} \qquad (p = 0, 1, 2, \ldots, n-1),$$

on déduit de (3) et (4) les $2n$ solutions du système (1) et (2) :

$$(6) \quad J_k^{(0)}(x_1, x_2, \ldots, x_n) = J_k(x_1, x_2, \ldots, x_n), \quad J_k^{(m)}(x_1, x_2, \ldots, x_n)\,(m = 1, 2, \ldots, 2n-1),$$

liées entre elles par les relations

$$(7) \qquad J_k^{n+p}(x_1, x_2, \ldots, x_n) = e^{-k\pi i} J_k^{(p)}[x_1, -x_2, \ldots, (-1)^{n-1}x_n].$$

L'intégrale (5) fournit des solutions s'exprimant linéairement au moyen de (6). Ainsi :

$$(8) \quad \frac{1}{2\pi i}\int_{\frac{0}{\alpha\rho}}^{\infty.\alpha} e^{\frac{x_1}{2}\left(u-\frac{1}{u}\right)+\frac{x_2}{2}\left(u^2-\frac{1}{u^2}\right)+\ldots+\frac{x_n}{2}\left(u^n-\frac{1}{u^n}\right)} u^{-k-1}\,du = \frac{J_{-k}[x_1, -x_2, \ldots, (-1)^{n-1}x_n] - e^{-k\pi i}J_k(x_1, x_2, \ldots, x_n)}{2i\sin k\pi} \text{ [1]}.$$

Les fonctions (6) sont linéairement indépendantes, sauf pour les valeurs entières de k.

---

[1] Pour $n = 1$, les égalités (7) et (8) sont indiquées par Sonine (*Mathematische Annalen*, Band 16, 1880, p. 24).

On prend alors pour nouvelle solution la fonction (8) ou la fonction plus simple

$$(9)\qquad Y_k(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \frac{\cos k\pi\, J_k(x_1, x_2, \ldots, x_n) - J_{-k}[x_1, -x_2, \ldots, (-1)^{n-1} x_n]}{\sin k\pi}$$

généralisant les transcendantes de Hankel et Neumann. On peut transformer les intégrales (3), (4) et (5) de telle manière que le chemin d'intégration soit réel ([1]). En s'appuyant sur les égalités

$$e^{\frac{x_1}{2}\left(u-\frac{1}{u}\right)+\ldots+\frac{x_{n-1}}{2}\left(u^{n-1}-\frac{1}{u^{n-1}}\right)} = \sum_{i_1=-\infty}^{i_1=+\infty} \cdots \sum_{i_{n-1}=-\infty}^{i_{n-1}=+\infty} J_{i_1}(x_1) \ldots J_{i_{n-1}}(x_{n-1})\, u^{i_1+\ldots+(n-1)i_{n-1}},$$

$$\frac{1}{2\pi i}\int_{\infty.\alpha}^{\infty.\beta} e^{\frac{x_n}{2}\left(u^n-\frac{1}{u^n}\right)} u^{-h-1}\, du = \frac{e^{\frac{2\pi i h}{n}(n-p)}-1}{n\left(e^{\frac{2\pi i h}{n}}-1\right)} J_{\frac{h}{n}}(x_n),$$

on trouve, pour les fonctions (6), (8) et (9), les développements en séries multiples suivant les produits de fonctions cylindriques ([2]). Rappelons encore la formule

$$(10)\qquad J_k(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{v_{k+m}(x_1, x_2, \ldots, x_n)\, v_m(-x_1, -x_2, \ldots, -x_n)}{2^{k+2m}\,\Gamma(k+m+1).1.2\ldots m},$$

$$(11)\qquad v_s = \frac{2^s\,\Gamma(s+1)}{2\pi i}\int_{\infty.\alpha}^{\infty.\alpha} e^{\frac{x_1}{2}u+\frac{x_2}{2}u^2+\ldots+\frac{x_n}{2}u^n} u^{-s-1}\, du,$$

le point $u = 0$ étant situé dans l'intérieur du contour d'intégration ([3]). Indiquons comme exemple le développement de l'équation du centre suivant les sinus des multiples de l'anomalie moyenne ζ

$$w - \zeta = \sum_{k=1}^{k=\infty} \frac{2}{k} J_k(k y_1, k y_2, \ldots) \sin k\zeta,$$

w étant l'anomalie vraie, et

$$y_n = (-1)^{n-1}\frac{2}{n}\,\frac{1+n\sqrt{1-e^2}}{\left(1+\sqrt{1-e^2}\right)^n}\, e^n.$$

([1]) Appell, *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 422. — Akimoff, *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 26.

([2]) *Loc. cit.*, Jekowski, *Bulletin des Sciences mathématiques*, 2e série, t. 41, 1917, p. 58.

([3]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 23.

D'après les formules (10) et (11), on retrouve pour les coefficients de

$$\sin k\zeta \qquad (k = 1, 2, \ldots)$$

les séries de puissances de e obtenues dans les Ouvrages de Laplace [1], Le Verrier [2] et Tisserand [3].

ÉLASTICITÉ. — *Sur la démonstration rigoureuse des formules des poutres rectangulaires et des plaques.* Note de M. **Mesnager**, transmise par M. Blondel.

J'ai donné précédemment [4] une méthode générale pour établir cette démonstration et commencé, à titre d'exemple justificatif, une application. Je la termine ci-dessous.

2° Soit h la hauteur de la poutre. Le système (1) fournit pour les tensions sur la base supérieure de cette poutre, correspondant aux forces F agissant sur la base inférieure de a en a, en posant $H = \frac{2\pi h}{a}$,

$$(3)\quad \begin{cases} N_2 = \dfrac{F}{a} + \dfrac{2F}{a} \displaystyle\sum_{n=1}^{n=\infty} (1 + nH) e^{-nH} \cos nX, \\ T = \dfrac{2F}{a} \displaystyle\sum_{n=1}^{n=\infty} nH e^{-nH} \sin nX, \qquad \text{avec} \qquad X = \dfrac{2\pi x}{a}. \end{cases}$$

Sur la base inférieure on aura le système (4), où N_2 a la même valeur et où T aura le signe contraire pour les tensions correspondant aux forces F, opposées aux premières. En appelant (3′) et (4′) ces équations dans lesquelles on a changé le signe du second membre, nous obtenons le système des tensions sous lequel il nous reste à étudier la poutre.

Prenons d'autre part les formules générales des tensions périodiques de période a en x, symétriques par rapport à Ox et Oy. Elles conviennent

---

(1) *Traité de Mécanique céleste*, Livre II, n° 22.

(2) *Annales de l'Observatoire de Paris*, t. I, p. 198-204.

(3) *Traité de Mécanique céleste*, t. I, n°s 84 et 91-93.

(4) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 997. (Y supprimer « cas » à la dernière ligne.)

évidemment au cas envisagé. Elles sont

$$
(5)\qquad
\left\{
\begin{aligned}
N_1 &= A_0 + \sum_{n=1}^{n=\infty} (A_n \,\mathrm{ch}\, nY + D_n\, nY \,\mathrm{sh}\, nY) \cos nX, \\
N_2 &= B_0 - \sum_{n=1}^{n=\infty} [(A_n - 2D_n)\,\mathrm{ch}\, nY + D_n\, nY \,\mathrm{sh}\, nY] \cos nX, \\
T &= C_0 + \sum_{n=1}^{n=\infty} [(A_n - \;D_n)\,\mathrm{sh}\, nY + D_n\, nY \,\mathrm{ch}\, nY] \sin nX.
\end{aligned}
\right.
$$

Supposons l'axe Ox au milieu de la hauteur du solide et faisons, dans la deuxième et la troisième équation (5), $y = 0,5h$, ce qui donne un système (6), et $y = -0,5h$, ce qui donne un système (7). Identifions les équations (6) avec les équations (3') et les équations (7) avec les équations (4'). Nous trouvons

$$
(8)\qquad
\left\{
\begin{aligned}
& B_0 = -\frac{F}{a}, \qquad C_0 = 0, \\
& A_n \,\mathrm{ch}\, n\frac{H}{2} + D_n\left(n\frac{H}{2}\,\mathrm{sh}\, n\frac{H}{2} - 2\,\mathrm{ch}\, n\frac{H}{2}\right) = \frac{2F}{a}(1 + nH)e^{-nH}, \\
& A_n \,\mathrm{sh}\, n\frac{H}{2} + D_n\left(n\frac{H}{2}\,\mathrm{ch}\, n\frac{H}{2} - \;\mathrm{sh}\, n\frac{H}{2}\right) = -\frac{2F}{a}\, nH e^{\;nH}.
\end{aligned}
\right.
$$

Le déterminant est $0,5(nH - \mathrm{sh}\, nH)$, il est toujours positif puisqu'on ne doit considérer que les valeurs de $n > 0$: de plus, les seconds membres étant $\neq 0$, il y a toujours un système de valeurs finies, non nulles, pour A_n et D_n. Pour n très grand, les termes qui contiennent des puissances de e formeront seuls la partie principale de la valeur. On voit immédiatement qu'elle contient e au degré $-1,5nH$. En substituant dans (5), on aura la solution, si toutes les séries de ce système et les dérivées auxquelles on a dû recourir pour établir les formules (5) sont uniformément convergentes dans toute l'étendue du solide et à ses frontières $y = \pm h$. Considérant la moitié du solide dans laquelle on a $y > 0$, ce qui renseignera sur l'ensemble par raison de symétrie, la puissance de e est $nY - 1,5nH$. A cause de $y < 0,5h$ ou $Y < 0,5H$, elle est toujours au plus égale à $-nH$. Donc les séries et leurs dérivées sont toutes uniformément convergentes dans ce domaine.

Tous les problèmes à deux dimensions sur les poutres indéfinies de hauteur constante, formées de travées de longueurs égales, toutes sollicitées

de la même façon par un nombre fini de forces normales, pourront être résolus rigoureusement de la même manière. Car la première partie de la solution sera toujours donnée par un nombre fini de fonctions qui se déduiront des équations (2) par un simple changement d'origine, ce qui remplacera seulement $\cos nX$ par $\cos nX \cos nX_1 - \sin nX \sin nX_1$, X_1 étant une quantité fixe. Les coefficients de $\cos nX$ et $\sin nX$ conservent la forme des coefficients précédents de $\cos nX$ à un facteur près $\leqq 1$. Les expressions (5) sont remplacées par des expressions renfermant huit termes qui contiennent les valeurs distinctes de

$$(\text{sh ou ch})\, nY\, (\sin \text{ ou } \cos)\, nX$$

et

$$nY\, (\text{sh ou ch})\, nY\, (\sin \text{ ou } \cos)\, nX.$$

Les coefficients A_n, B_n, ..., G_n, H_n de N_1 entrent devant les sh et ch dans N_2 en différences $A_n - 2D_n$, $B_n - 2C_n$, $E_n - 2H_n$, $F_n - 2G_n$, et dans T en différences $A_n - D_n$, $B_n - C_n$, $E_n - H_n$, $F_n - G_n$ comme dans (5).

La symétrie par rapport à Ox ayant disparu, on trouve huit équations dans le système (8) pour déterminer les huit inconnues A_n, B_n, ..., H_n. Le déterminant est différent de zéro et les seconds membres ne sont pas tous nuls. Les puissances de H et de Y diffèrent entre le numérateur et le dénominateur de la même quantité que précédemment. Il y a donc toujours une solution et une seule jouissant des mêmes propriétés.

Remarque. — Les tensions de M. Boussinesq, appliquées aux points $x = Ka$, $y = O$, peuvent s'écrire par application directe de ses formules et de celles de Flamant [1]

$$(9)\quad \begin{cases} N_1 = \dfrac{2F}{\pi} \displaystyle\sum_{n=-\infty}^{n=\infty} \dfrac{(x-na)^2 y}{[(x-na)^2+y^2]^2}, \qquad N_2 = \dfrac{2F}{\pi} \displaystyle\sum_{n=-\infty}^{n=\infty} \dfrac{y^3}{[(x-na)^2+y^2]^2}, \\ T = \dfrac{2F}{\pi} \displaystyle\sum_{n=-\infty}^{n=\infty} \dfrac{(x-na)y^2}{[(x-na)^2+y^2]^2}. \end{cases}$$

En les rapprochant des formules (2) on trouve un moyen de sommer des séries moins particulières que celles de forme analogue, envisagées par M. Estanave dans son Livre *Sur la sommation de quelques séries trigonométriques*. Les formules (1) sont les séries de Fourier.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 114, 1892, p. 1465; *Annales des Ponts et Chaussées*, n° 7-8, 1893, p. 254.

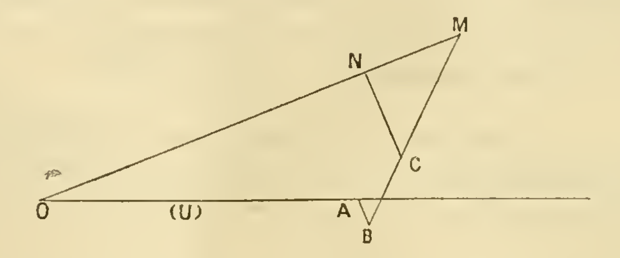
ÉLECTRICITÉ. — *Complément à la théorie de M. Blondel sur la réaction d'induit des alternateurs.* Note (¹) de M. **André Léauté**, transmise par M. Blondel.

La théorie de M. Blondel sur la réaction d'induit des alternateurs conduit au diagramme bien connu, qui est tracé ci-dessous; les notations sont les suivantes :

$OA = U$, différence de potentiel aux bornes;
$AB = RI$, chute de tension par effet Joule, courants de Foucault et hystérésis;
$BC = \omega l I$, force électromotrice due aux fuites propres de l'induit;
$CN = \tau I_r$, force électromotrice de réaction transversale;
ON, force électromotrice directe;
I_a, I_r, composantes active et réactive (²) de l'intensité dans l'induit.

Tous les vecteurs représentent les amplitudes efficaces de quantités sinusoïdales.

Je me propose, en vue d'une application, d'utiliser ce diagramme à



l'étude de la puissance fournie par un alternateur supposé fonctionner avec une tension et une excitation constantes, mais sous un déphasage variable.

Si l'on remarque, comme l'a indiqué M. Blondel, que dans le cas où la différence de potentiel aux bornes est indépendante du débit, il en est sensiblement de même du flux dans le noyau induit (³), on obtient, par des considérations dont le détail sera donné dans un autre Recueil, une relation

(¹) Séance du 17 décembre 1917.

(²) On entend par *composante active* celle qui est en phase avec la force électromotrice directe.

(³) Dans la plupart des cas réels, l'erreur est inférieure à 2 pour 1000.

linéaire entre la valeur de la force électromotrice directe et celle de l'intensité réactive.

Soit

$$\overline{ON} = A - BI_r$$

cette relation, dans laquelle A et B sont des constantes. On en peut déduire le lieu géométrique que décrit l'extrémité M du vecteur représentant la force électromotrice *joubertique*, quand, dans le diagramme ci-dessus, on fait varier le déphasage en maintenant fixes la tension aux bornes et l'excitation. Le lieu est un limaçon de Pascal, défini comme suit :

Par l'origine O du diagramme ci-dessus, menons une droite faisant avec OA et au-dessus de lui l'angle complémentaire du décalage interne de l'alternateur. Sur cette droite marquons un point situé à une distance μ de l'origine du côté des x négatifs et, de ce point comme centre, traçons un cercle C de rayon égal à λ, les deux quantités μ et λ étant déterminées en fonction des paramètres A et B, du décalage interne β, du coefficient de réaction transversale τ et de l'impédance

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega l + \tau)^2}$$

par les égalités

$$\lambda = \frac{A}{1 - \frac{\tau - B}{Z}\sin\beta}, \qquad \mu = \frac{\frac{\tau - B}{Z}U}{1 - \frac{\tau - B}{Z}\sin\beta}.$$

Théorème I. — *Le limaçon de Pascal, lieu géométrique de l'extrémité du vecteur représentant la force électromotrice joubertique, est la podaire du cercle* C *par rapport à l'origine.* Ce théorème fournit un moyen extrêmement simple de construire le lieu.

Théorème II. — *L'intensité induite et, par voie de conséquence, la puissance fournie par la machine, si la tension aux bornes et l'excitation demeurent constantes, varient en sens inverse du déphasage,* lorsque celui-ci reste compris entre zéro et une valeur voisine [1] de $\frac{\pi}{2}$.

Enfin, étant donné que la forme du limaçon ne dépend que des quantités λ et μ définies plus haut, on peut encore énoncer que :

---

[1] Il est superflu de préciser cette valeur, attendu qu'elle est supérieure au maximum qu'atteint le déphasage dans la réalité.

THÉORÈME III. — *Trois paramètres seulement, à savoir $\frac{\lambda}{U}$, $\frac{\mu}{U}$ et β interviennent dans la loi qui régit les variations relatives de l'intensité en fonction du déphasage.*

GÉOLOGIE — *La vallée d'érosion du Congo et ses antécédents tectoniques.* Note [1] de MM. F. **Delhaye** et M. **Sluys**.

Le rebord occidental de la cuvette congolaise est drainé vers l'Océan par des fleuves au caractère torrentiel qui témoignent d'un rajeunissement récent du réseau hydrographique. Les territoires du Bas-Congo et du Niari, tout au moins en ce qui concerne la partie située à l'Est de la zone cristalline du Mayombe, dérivent d'un ancien plateau qui se relevait vers l'Est. La région située au sud du Niari était alors drainée à l'Est, vers le Djoué par des rivières de même direction E-O que les branches maîtresses du réseau actuel. De nombreux témoins de cet ancien cycle géographique subsistent encore, le plus important est le Fulukari capturé par un affluent du Congo. Mais dans le bassin supérieur du Djoué où le rajeunissement s'est encore peu manifesté, ces anciennes vallées ont parfois conservé toute leur fraîcheur, elles sont alors très caractéristiques de vallées de plateau ayant atteint la maturité.

Il existe aussi des témoignages géologiques de cette ancienne extension vers l'ouest du bassin du Djoué. Dans le bassin supérieur de cette rivière nous avons observé un limon argilo-sableux reposant sur un cailloutis peu épais. Ce limon n'est pas limité à des terrasses de vallée; il en recouvre les versants et déborde au-dessus des lignes de séparation des eaux. Dans la partie de la vallée du Djoué qui n'a pas été surcreusée, le limon descend jusqu'à 35^{m} au-dessus du niveau de la rivière et le point le plus bas où nous l'ayons observé n'était qu'à l'altitude de 375^{m}. Ce limon se relève graduellement vers l'Ouest; nous l'avons suivi jusque sur les parties les plus élevées du plateau frontière, à la limite de séparation des bassins du Niari et du Congo où il avait été déjà signalé par Dupont. Mais la nature du cailloutis indique qu'autrefois, le bassin du Djoué s'est étendu jusqu'à la zone cristalline.

Le Djoué appartient, comme affluent, au cours inférieur du Congo; aussi

(1) Séance du 24 décembre 1917.

son histoire est-elle intimement liée à celle de l'émissaire de l'ancien lac congolais. La crue marquée par le dépôt du limon est donc survenue longtemps après que la communication entre le bassin intérieur et l'Océan fut établie ; étant donné son importance, elle ne peut s'expliquer que par un soulèvement des parties extérieures du bord occidental de la cuvette congolaise.

Les terrains fossilifères, à faciès essentiellement littoraux, de la plaine côtière sont actuellement connus depuis le Crétacé moyen jusqu'au Miocène. Pendant cette période, la ligne des rivages différait peu de la côte actuelle; mais ainsi qu'en témoigne la vallée sous-marine du Congo, un soulèvement post-miocène l'a reportée beaucoup à l'Ouest. Il est probable que c'est ce même soulèvement qui a provoqué la crue, pendant laquelle s'est déposé le limon du bassin du Djoué.

La vallée du Congo, à son entrée dans la région des Cataractes, est creusée dans les *couches du Lubilache*, qui appartiennent encore aux formations constituant le fond de la cuvette congolaise. En aval le fleuve recoupe successivement les couches inférieures, permo-triasique du Karoo comprenant le *système du Kundelungu*, le *système schisto-calcareux* et le *conglomérat inférieur;* puis la zone des terrains métamorphiques et finalement une zone très étendue de terrains cristallins. M. J. Cornet a constaté que les terrains étaient fortement plissés à l'Ouest contre les massifs de roches cristallines, mais que les plissements allaient en s'atténuant vers l'Est et s'éteignaient avant d'avoir atteint le versant oriental des hauteurs du Bas-Congo où les couches sont uniformément inclinées vers le centre du bassin. Au sud du Congo, les plis ont une direction N-S; mais au nord du fleuve, leur direction s'infléchit vers l'Ouest et cette même disposition se présente au Mayombe où elle a été signalée par M. V. Brien.

La structure des terrains du Bas-Congo résulte de la superposition de mouvements de nature différente, se rapportant *au moins* à deux périodes géologiques distinctes. Les mouvements les plus anciens ont consisté en plissements. A l'ouest et dans la partie centrale du Bas-Congo, la direction des plis sensiblement N-S, leur affaiblissement progressif vers l'Est et la forme même des plis indiquent qu'ils se sont produits sous l'action de poussées tangentielles dirigées vers l'Est. Mais dans la partie méridionale du Bas-Congo, au sud du plateau du Bangu, les plis du système précédent ont été retournés à angle droit sous l'action d'efforts dirigés vers le Nord. Au sud du Niari, nous avons étudié une zone étroite, allongée de l'Est à

l'Ouest, constituée par des terrains faiblement plissés, très flexueux et failleux, qui correspondent à la *zone minéralisée du Niari*.

Le contact entre la *formation calcaire* fortement plissée à l'Ouest et les *couches du Kundelungu* n'a été observé que dans des régions où les plis très affaiblis, n'ont plus qu'une valeur de fortes ondulations. Aussi est-il difficile d'établir si ces plissements ont eu lieu pendant une seule période géologique ou bien s'ils se sont échelonnés en plusieurs phases. En tous cas, les derniers plissements sont postérieurs aux *couches du Kundelungu* qui présentent au plateau du Bangu la même disposition synclinale que les calcaires; mais ils sont antérieurs aux couches du Lubilache qui n'ont pas été plissés dans le bassin du Congo.

Les derniers mouvements ont affecté tous les terrains, y compris les couches du Libilache; ils se rattachent aux *mouvements épéirogéniques* qui ont créé la cuvette congolaise. Dans la vallée du Congo la pente générale des terrains vers l'Est résulte d'un affaissement plus prononcé vers le centre du bassin; mais ces mouvements sont en réalité plus complexes, car de même qu'à l'Ouest, les terrains se relèvent lentement au nord et au sud du Congo. Ces divers mouvements combinés ont donné lieu à la formation d'un pli synclinal très ouvert, dont l'axe incliné vest l'Est correspond au thalweg de la vallée du Congo (*synclinal transversal du Congo*). Ces derniers mouvements portent en eux l'origine d'une vallée tectonique située à l'emplacement de la vallée du Congo. Dans ces conditions la *vallée d'érosion* du Congo doit résulter d'une capture opérée par un fleuve côtier, qui a reculé sa vallée suivant le tracé de la vallée tectonique, inversant le sens de drainage de tout son bassin avant d'atteindre le lac et d'en devenir l'émissaire.

Le groupe de formations qui constituent le fond de la cuvette congolaise a été rapporté par M. J. Cornet au Trias supérieur et au Rhétien. Les conclusions émises par ce savant ont reçu une première confirmation paléontologique par les études de M. M. Leriche sur la faune des *couches du Lualaba*. On peut donc fixer au *Trias moyen* les derniers plissements du Bas-Congo et d'une façon plus générale de l'Afrique centrale.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur les leucocytes du sang des tuberculeux.* Note(1) de MM. **P. Brodin** et **F. Saint-Girons**, présentée par M. Charles Richet.

Nous avons étudié les modifications sanguines que présentent les tuberculeux au point de vue du nombre des leucocytes et de la proportion des polynucléaires.

Nos recherches diffèrent des nombreux travaux qui ont paru sur la question, en que ce nos examens ont été pratiqués *en séries pendant plusieurs jours consécutifs*, le matin à jeun chez le même malade.

I. Cette technique nous semble indispensable.

En effet, un examen isolé donne des résultats essentiellement différents, suivant que le hasard le fait porter sur le début, l'acmé ou la fin d'une poussée. Seule la moyenne des chiffres observés pendant plusieurs jours consécutifs peut donner des renseignements exacts.

Pour éliminer complètement la leucocytose digestive, nos prélèvements ont toujours été faits à 8^h du matin chez des sujets à jeun.

Nos examens ont porté sur 48 malades.

Lorsque leur état était resté cliniquement stationnaire, nous avons retrouvé des moyennes très comparables, malgré des chiffres quotidiens très différents. Au contraire, lorsque leur état s'était modifié cliniquement, nous avons observé de notables modifications sanguines, celles que nos recherches nous ont montré liées à l'évolution favorable ou défavorable de la tuberculose.

II. La valeur pronostique de la proportion des polynucléaires signalée par tous les auteurs est réelle. Elle nous semble en rapport direct avec la résistance du malade à l'infection tuberculeuse. Plus le taux des polynucléaires s'élève, plus la résistance du sujet apparaît insuffisante, plus le pronostic s'assombrit. Inversement, une forte mononucléose est un signe favorable et semble en rapport avec l'immunisation du malade.

Mais, pour que la proportion de polynucléaires, moyenne de plusieurs

(1) Séance du 24 décembre 1917.

examens, ait une réelle valeur, il faut qu'elle soit nettement supérieure ou inférieure à la moyenne physiologique, qui est de 65 à 75 pour 100 :

a. Une faible polynucléose, au-dessous de 60 pour 100, est d'un bon pronostic.

b. Une forte polynucléose, au-dessus de 80 pour 100, est au contraire d'un très mauvais pronostic. Le taux le plus élevé que nous ayons observé (93 pour 100) l'a été chez un malade mort de granulie généralisée.

c. Dans les cas, de beaucoup les plus nombreux, où le nombre des polynucléaires oscille autour de la proportion normale, il est impossible d'en tirer des indications précises.

III. Quand la proportion des polynucléaires reste dans les limites normales, c'est le nombre des leucocytes qui commande le pronostic. En effet, le nombre des leucocytes qui, dans les cas légers, oscille entre 8000 et 10000 par millimètre cube, peut atteindre 40000 et au delà quand la suppuration pulmonaire est très étendue.

Le chiffre des leucocytes fourni par la moyenne des divers examens permet de classer les malades dans un ordre correspondant assez exactement aux données fournies par la clinique.

Lorsque la leucocytose moyenne est au-dessous de 15000, il s'agit de sujets dont les lésions sont peu étendues; leur fièvre est nulle ou peu élevée; leurs forces, conservées; l'état général et le pronostic, relativement bons. Au-dessus de 15000, le pronostic devient plus sérieux; il s'assombrit au fur et à mesure que la moyenne s'élève, pour devenir très grave lorsqu'elle avoisine 30000, chiffre fréquemment observé chez les grands cavitaires profondément infectés.

Il y a donc deux éléments d'appréciation : la proportion des polynucléaires d'une part, le nombre global des leucocytes d'autre part; ces deux éléments ont chacun leur importance et se complètent mutuellement.

IV. Les variations de la proportion des polynucléaires et du nombre des leucocytes paraissent non pas concomitantes, mais successives. Tout se passe comme s'il y avait successivement disparition des mononucléaires (destruction ?) et réaction de défense de l'organisme, caractérisée par une augmentation de ces mêmes mononucléaires.

L'augmentation du nombre des leucocytes nous paraît liée à l'étendue et à l'intensité de la suppuration pulmonaire. Nulle dans les cas légers ou dans la granulie aiguë, lésion fermée, elle s'élève dans les formes moyennes pour devenir intense chez les cavitaires porteurs de vastes foyers suppurés.

Quelle part revient dans cette suppuration à la tuberculose proprement dite ou aux infections secondaires qui viennent si fréquemment la compliquer? Peut-être les infections secondaires ont-elles un rôle prépondérant ?

Il est très probable que la leucocytose correspond non à une augmentation absolue du chiffre des leucocytes, mais à une inégalité de leur répartition. Certes le chiffre des leucocytes doit varier d'un moment à l'autre, car il doit se produire des destructions et des régénérations, mais il est impossible d'admettre une destruction et une régénération assez rapides pour expliquer les variations considérables et brusques qu'on observe; ce ne peut être que l'effet d'une répartition différente. Or nous savons que, sous l'influence de telle ou telle substance, il y a très rapidement hypo ou hyperleucocytose. Donc il est vraisemblable que, chez les individus infectés, les foyers suppurés pulmonaires sont le siège d'une véritable digestion dont les produits, en passant dans la circulation modifient l'équilibre physico-chimique du sang et par là même les conditions de circulation des leucocytes.

Cette hypothèse nous semble confirmée par l'étude concomitante de la leucocytose d'une part, du nombre des globules rouges, de la densité et de la tension artérielle d'autre part.

Densité, tension artérielle, nombre des globules rouges diminuent lorsque la leucocytose augmente, et inversement.

Tout se passe comme s'il se produisait de véritables décharges toxiques amenant, en même temps qu'une augmentation des leucocytes, une dilution du sang, de sorte que l'on observe, avec la leucocytose, un abaissement de la densité sanguine et une diminution du nombre des globules rouges. Il y a sans doute quelque analogie entre le mécanisme de la leucocytose infectieuse et le mécanisme de la leucocytose digestive.

Conclusions. — 1° Il n'y a de déductions pronostiques à tirer de l'étude des leucocytes que si les chiffres obtenus pour chaque malade sont les moyennes d'examens faits en séries, pendant plusieurs jours consécutifs, le matin à jeun.

2° Le nombre des leucocytes est en rapport avec l'étendue de la suppuration pulmonaire et l'intensité des infections secondaires.

3° La proportion des polynucléaires traduit la résistance du sujet à l'infection tuberculeuse.

4° Le pronostic est d'autant plus sombre que la proportion des polynucléaires est plus élevée et le nombre des leucocytes plus grand.

BACTÉRIOLOGIE. — *Traitement de la lymphangite épizootique, au moyen du suc de levure autolysée.* Note [1] de MM. **Maurice Nicolle, Fayet** et **Truche**, présentée par M. Roux.

La lymphangite épizootique exerce de grands ravages dans les effectifs de cavalerie depuis les débuts de la guerre. Les résultats quasi schématiques, obtenus dans le traitement de la lymphangite à bacilles de Preiz-Nocard au moyen des germes homologues (Truche), nous ont amenés à tenter l'*antigénothérapie de groupe* dans le traitement de la maladie qui nous occupe.

On sait que cette maladie reconnaît pour cause le cryptocoque découvert par Rivolta (1873), organisme très voisin des levures, comme le démontre l'ensemble de ses caractères (consulter, là-dessus, l'excellent travail de Bridré, Nègre et Trouette). Le cryptocoque n'a pu être cultivé (au moins en série), mais se diagnostique aisément dans les produits pathologiques.

La lymphangite de Rivolta offre une grande ténacité, une tendance extensive fâcheuse, et son traitement chirurgical se montre fort onéreux. Ce caractère onéreux n'est pas évité par l'emploi de remèdes favorables : le 606 (Bridré), le galyl (Douvillé, Truche), l'iodure de potassium (Teppaz). L'*autopyothérapie* semble pouvoir rendre des services, mais elle ne se prête à aucun dosage, même très vague.

Nous avons trouvé, dans la levure de bière, un agent thérapeutique efficace et peu coûteux. Employée telle quelle ou après action de l'alcool-éther, elle demeure sans effet et provoque des abcès ; ce qui tient à la grande résistance des enveloppes cellulaires. Employée sous forme de suc autolysé, elle réussit fort bien et reste inoffensive. On administre ainsi une réunion d'antigènes dont certains sont évidemment identiques à ceux de cryptocoque (comme le prouvent les recherches de Bridré et de ses collaborateurs, entreprises avec la levure intacte).

Préparation du suc. — On fait autolyser, pendant 24 heures (37°), de la levure pressée dans les vapeurs de chloroforme (méthode de M. Nicolle et Adil-Bey), puis on centrifuge (appareil de Jouan), on filtre le liquide surnageant (bougie Chamberland F.), on l'additionne de phénol (0,5 pour 100) et l'on répartit en ampoules scellées. *Technique excessivement simple.*

---

[1] Séance du 24 décembre 1917.

Résultats obtenus. — Six chevaux, porteurs de lésions étendues, ont été traités exclusivement par le suc. Nous les diviserons en trois groupes, quant au siège (et partant, à la gravité) des accidents.

Premier groupe : N° 1698. — Sur le côté gauche de l'encolure, corde allant du quart inférieur de la région de la nuque; cette corde porte 24 abcès, de volume et d'âge différents. Du 17 octobre au 18 novembre on injecte (côté droit de l'encolure) 30^{cm^3} de suc; par doses de 5^{cm^3} (intervalles : 9-12 jours). Guérison totale en 45 jours, sans réaction locale: les lésions « fondent » progressivement.

Deuxième groupe : N° 1272. — Corde, partant de la mamelle gauche et aboutissant au passage des sangles du même côté. Abcès nombreux et très gros, qui suppurent abondamment. Même traitement que pour le n° 1698 et aux mêmes dates. Les deux premières injections ayant déterminé une forte réaction locale (gros œdème, très sensible) et générale (fièvre, abattement, anorexie), on réduit la dose à $2^{cm^3},5$ pour les troisième et quatrième injections, et l'on termine par une injection de 5^{cm^3} (réactions faibles). Guérison totale en 50 jours. La troisième dose a été suivie d'un abcès de la cuisse gauche, dont la guérison s'est opérée avec celle des lésions antécédentes.

N° 1279. — Corde, avec abcès multiples et volumineux sur la croupe ; suppuration abondante. Même traitement que pour le n° 1698, et aux mêmes dates. Guérison presque totale en 50 jours; à ce moment, il ne reste qu'un nodule *indolore* et en voie de régression, dans le flanc gauche. Aucune réaction, ni locale, ni générale.

Troisième groupe : N° 1711. — Corde et abcès, à la face interne du membre postérieur droit. Livré à la boucherie, après un mois, en raison de la multiplicité des accidents. Traitement interrompu, observation sans valeur.

Nos 1899 et 1896. — Mêmes lésions (13 et 14 abcès, respectivement). Le premier animal guérit en 40 jours (15^{cm^3} de suc; 4 injections). Le second en 42 jours ($12^{cm^3},5$ de suc; 4 injections). Aucune réaction, ni locale, ni générale.

Technique proposée. — Nous conseillons d'opérer, dans l'avenir, comme il suit :

Injecter, d'abord, 2^{cm^3} (sous la peau de l'encolure), pour tâter la sensibilité du sujet. Après 4-8 jours, selon les cas, porter la dose à 5^{cm^3}. Après 8 jours encore, administrer 10^{cm^3}. Une ou deux nouvelles injections de 10^{cm^3} pourront être éventuellement indiquées. Nous étudions, en ce moment, les moyens de combattre des insuccès possibles et de diminuer la durée du traitement.

Nous proposerons, en terminant, d'appeler le suc de levure autolysée : *rivoltine ;* ce terme (dénué de tout caractère extra-scientifique) constituera à la fois un hommage et une abréviation.

BACTÉRIOLOGIE. — *Qu'est-ce que les boues activées?* Note [1] de M. F. **Diénert**, présentée par M. Roux.

Depuis quelques années on a préconisé l'épuration des eaux d'égout par les boues activées. Le principe de ce système est le suivant : On fait passer de l'air dans l'eau d'égout pendant le temps nécessaire pour nitrifier l'ammoniaque qu'elle contient. Avec les eaux d'égout de Paris il faut 30 heures environ pour nitrifier les 10^{mg} d'ammoniaque par litre qu'elles contiennent. On décante cette eau qu'on remplace par une autre eau d'égout qu'on aère dans les mêmes conditions. En poursuivant cette opération, on arrive après 15 à 20 jours à obtenir la nitrification de 10^{mg} d'ammoniaque par litre après 1 heure et demie d'aération au lieu de 30 heures et la quantité de boues a augmenté. Dans la pratique, quand la nitrification est arrivée à cette activité, on dit que les boues sont activées.

Que se passe-t-il et qu'est-ce que ces boues activées?

Dans une eau d'égout il y a du bicarbonate de chaux.

L'aération entraîne le gaz carbonique, il se précipite du carbonate de chaux qui, grâce au phénomène de l'adsorption, très intense dans ces conditions, entraîne une partie des matières organiques en suspension et en dissolution. Tous ceux qui se sont occupés de boues activées ont reconnu que la matière organique était entraînée dans les boues.

Nos essais faits à la Ville de Paris ont montré que l'alcalinité de l'eau d'égout tombe de 180^{mg} de chaux à 60^{mg} après 1 heure et demie d'aération. D'autre part, les boues activées renferment, approximativement, 50 pour 100 de matières minérales formées surtout de carbonate de chaux, 20 pour 100 de matières albuminoïdes et 30 pour 100 de matières non albuminoïdes. Quant au phénomène intense d'adsorption qui se manifeste quand le bicarbonate de chaux se décompose, il est facile à mettre en évidence quand on analyse les dépôts de carbonate de chaux trouvés le long des aqueducs de la Ville de Paris. Pendant ces deux heures d'aération des eaux d'égouts les trois quarts des matières albuminoïdes et ammoniacales sont entraînées dans les boues.

Nos essais ont montré que plus il y a de boues, plus la nitrification est rapide. La boue est dite activée quand, dans la cuve où se fait l'aération, il y a assez de particules de carbonate de chaux, sièges d'une fermentation

---

[1] Séance du 24 décembre 1917.

nitrique, pour oxyder l'ammoniaque. Elle résulte de deux phénomènes bien connus : décomposition du bicarbonate de chaux, entraînement des matières organiques par le carbonate de chaux qui se dépose.

D'autres phénomènes microbiens se produisent dans ces boues sur lesquels nous n'insisterons pas.

MÉDECINE. — *Localisation des corps étrangers du globe oculaire et des muscles de l'œil.* Note (¹) de MM. **J. Belot** et **H. Fraudet**, transmise par M. d'Arsonval.

La présente Note a pour objet d'indiquer la méthode radiographique que nous employons depuis dix-huit mois, avec un succès constant, pour la localisation des corps étrangers du globe oculaire et de la région orbitaire.

Cette méthode suppose la vision conservée au moins pour un œil, ainsi qu'une certaine mobilité de l'œil blessé.

En principe, elle consiste à rechercher, en utilisant les mouvements de l'œil, si le corps étranger tourne du même angle que lui autour d'un de ses axes convenablement choisi. Si la rotation est la même, on peut affirmer que le corps étranger est dans le globe oculaire ou dans la partie de ses muscles qu'on peut pratiquement confondre avec lui.

Elle nécessite cinq radiographies de localisation : trois latérales et deux frontales.

Radiographies de localisation latérales. — La plaque est placée parallèlement au plan médian du sujet, du côté de l'œil blessé, son plan perpendiculaire à l'axe transversal de l'œil. Le focus est centré sur la direction de cet axe à une grande distance de la plaque (80^{cm} au moins), pour que l'image radiographique de la région orbitaire intéressée se confonde sensiblement avec sa projection orthogonale.

Un tiroir rend possible la substitution des plaques sensibles, tout en conservant l'immobilité absolue du crâne du blessé. Un fil métallique tendu sur le tiroir permet d'obtenir, sur la plaque, la direction de l'axe antéro-postérieur de l'œil, quand le blessé « regarde à l'horizon ».

On exécute, sur trois plaques différentes, trois radiographies distinctes, en faisant viser au blessé pour chacune d'elles un point assez éloigné, bien défini, mobile le long d'une règle divisée située sensiblement dans le plan médian du blessé, perpendiculaire à l'axe antéro-postérieur de l'œil regardant à l'horizon et située à distance connue du centre de l'œil. L'une des radiographies est effectuée, l'œil regardant à « l'horizon », l'autre l'œil regardant en « haut », la troisième l'œil regardant en « bas ».

(¹) Séance du 24 décembre 1917.

Étude des clichés latéraux. — On établit un calque unique des trois clichés, puis on construit sur une feuille de papier l'angle de rotation totale de l'œil, somme des deux rotations comptées à partir de sa position initiale. Cet angle est déterminé par la connaissance des positions successives du point visé sur la règle.

Sur le calque, les trois images du corps étranger coïncident ou non. Si elles coïncident, le corps étranger se trouve dans les parties molles qui n'ont pas participé aux mouvements de l'œil, dans le squelette ou sur l'axe transversal choisi pour axe de rotation.

Si elles ne coïncident pas, le corps étranger se trouve dans le globe ou dans ses muscles. On construit alors le cercle passant par trois points correspondants des trois ombres. On reporte ensuite le calque sur l'angle de rotation totale, le centre coïncidant avec le sommet de l'angle. Si les trois droites, que déterminent les deux rotations élémentaires, passent par les points correspondants des images du corps étranger, on peut affirmer avec la plus entière certitude que le corps étranger se trouve dans le globe oculaire.

Le calque latéral donne la projection du corps étranger sur le plan sagittal, et le situe par rapport aux diamètres antéro-postérieur et vertical.

Radiographies de localisation frontales. — Le blessé est placé de façon que la plaque soit parallèle au plan frontal, en avant de l'œil blessé, aussi près de lui que possible, l'axe antéro-postérieur de l'œil perpendiculaire à son plan. Un croisillon métallique solidaire du support de plaque est soigneusement centré sur la pupille et placé entre l'œil et la plaque. Le focus est centré sur l'axe antéro-postérieur, en arrière du blessé, à une distance aussi grande que possible de la plaque, et telle que les deux groupes de radiographies (latérales et frontales) donnent des images de la région oculaire également agrandies. Cet agrandissement est d'ailleurs négligeable, dans les conditions indiquées.

Le blessé étant bien immobilisé, on effectue deux radiographies ; pendant la première, l'œil blessé regarde « à l'horizon » ; pendant la seconde il regarde « en dedans ».

On exécute le calque de ces radiographies frontales. Dans le cas où le calque latéral a donné la certitude d'un corps étranger du globe oculaire, la première radiographie frontale termine la localisation ; la seconde est une vérification.

Si, sur le calque latéral, les trois ombres se confondent, le calque frontal permet d'affirmer si le corps étranger est intra ou extra-oculaire. En effet, si les deux ombres sur le calque frontal sont confondues et sensiblement en coïncidence avec le point de croisée des deux fils repères (croisillon centré sur la pupille), le corps étranger se trouve au centre de rotation de l'œil.

Si les deux ombres ne sont pas confondues et que la seconde ait, par rapport à la première, subi un déplacement conforme à la rotation de l'œil (adduction), on pourra conclure que le corps étranger se trouve sur l'axe transversal de l'œil et dire sur quelle portion.

La situation du corps étranger intra-oculaire rapportée aux axes de l'œil est toujours une localisation géométrique précise. Celle-ci permet le plus souvent de déduire si le corps étranger se trouve dans la paroi, du globe s'il est irien, cristallinien, vitréen, rétinien, etc.

Localisation d'un corps étranger des muscles de l'œil. — Si, sur les radiographies latérales, le déplacement du corps étranger n'est pas une rotation autour de l'axe transversal du globe égale à la sienne, ce corps étranger, bien que mobile, n'est pas dans le globe oculaire.

S'il s'est déplacé dans le même sens que l'œil et que les radiographies latérales et frontales le situent dans le voisinage immédiat de celui-ci, on peut le localiser dans les masses cellulo-adipeuses, englobant l'organe.

Enfin, il peut avoir subi un déplacement notable s'il se trouve dans un des six muscles de l'œil. On peut alors le localiser dans tel de ces six muscles. Pour cela on tient compte de sa situation sur les deux radiographies latérale et frontale, l'œil regardant à l'horizon, puis on recherche si, dans les deux groupes de radiographies, les déplacements du corps étranger sont compatibles avec les allongements et les raccourcissements des muscles ayant produit le mouvement de l'œil correspondant.

CHIRURGIE. — *L'antisepsie par le chloroforme.* Note [1] de M. A. **Cabanes**, présentée par M. Quénu.

Traitement des collections purulentes et des plaies infectées, par les injections d'oxygène alcoolo-chloroformé. — Un courant continu de gaz antiseptique est amené à l'intérieur des cavités purulentes, après intervention chirurgicale large, par un ou plusieurs tubes de caoutchouc stérilisés. L'antiseptique gazeux, plus diffusible que l'antiseptique liquide, se répand dans les moindres recoins et y circule constamment.

Un mélange d'oxygène et de vapeurs d'alcool et de chloroforme est utilisé de préférence.

Le chloroforme, en inhalation, se montre souvent toxique chez les sujets

---

[1] Séance du 24 décembre 1917.

dont les organes d'excrétion ou de sécrétion interne sont insuffisants; mais son application à l'antisepsie chirurgicale ne comporte pas d'inconvénients.

Il peut être employé sous forme de solutions, mélangé à l'eau, l'éther, l'alcool, ou d'émulsions.

Il peut être vaporisé : après avoir imprégné d'une solution chloroformo-alcoolique, à 1 pour 6, la région à désinfecter, le chirurgien dirige sur les tissus malades le jet d'un appareil à air chaud. Les résultats obtenus par cette méthode ont amené l'auteur à en adopter une autre qui est le perfectionnement de la première : les vapeurs de chloroforme mélangé à l'alcool sont amenées dans les cavités purulentes par un courant continu d'oxygène. Un procédé nouveau d'antisepsie permanente par injection de gaz est ainsi réalisé.

La technique du traitement des collections purulentes et des plaies infectées par les injections d'oxygène alcoolo-chloroformé, est des plus simples, mais un peu spéciale.

Un ballon élastique ou un obus à mano-détendeur fournissent l'oxygène, qui barbote dans un flacon laveur rempli d'un mélange de chloroforme et d'alcool dans les proportions de 1^{cm^3} pour 6^{cm^3}. Le gaz, chargé de vapeurs antiseptiques, est amené dans la plaie ou la cavité purulente par un tube injecteur en caoutchouc, assez résistant pour n'être pas écrasé par le pansement qui recouvre la région malade : le meilleur tube injecteur est une sonde de Nélaton.

Les résultats du traitement par l'oxygène alcoolo-chloroformé sont constants : les sécrétions purulentes diminuent très rapidement; les plaies ont un aspect rouge vif. Le chloroforme exalte les réactions leucocytaires, l'oxygène active l'hématose : l'état général des malades atteints de suppurations même très graves s'améliore très rapidement. La fièvre disparaît en quelques jours. Le laboratoire indique constamment, surtout au début du traitement, l'importance des phénomènes de phagocytose et de cytolyse.

Les avantages du traitement se résument en quelques mots : il est indolore et même calmant; il permet de réaliser l'antisepsie permanente en pansement sec, le meilleur des pansements.

Ce travail est basé sur douze observations dont neuf de pleurésie purulente.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *Leucocytothérapie ou pyothérapie aseptique. Son emploi dans certaines lymphangites du cheval.* Note de M. J. BRIDRÉ, présentée par M. Roux.

Depuis quelques mois, deux auteurs, expérimentant indépendamment l'un de l'autre, M. Belin et M. Velu, emploient avec succès la pyothérapie dans le traitement de la lymphangite épizootique du cheval : du pus recueilli dans les lésions lymphangitiques est dilué dans l'éther, puis dans l'eau physiologique phénolée. La dilution est injectée sous la peau ou dans la jugulaire des chevaux malades, à des intervalles de quelques jours et à des doses variant entre 2^{cm^3} et 6^{cm^3} correspondant de $\frac{2}{10}$ à $\frac{6}{10}$ de centimètre cube de pus initial.

Pour ces auteurs, l'action de la pyothérapie est due aux microbes spécifiques renfermés dans le pus; en l'espèce, aux cryptocoques. Ils considèrent la dilution de pus comme un « pyovaccin » et la méthode de traitement comme une « vaccinothérapie » dérivée de la méthode de Wright.

Cependant, dans une de ses dernières Notes, M. Velu annonce que le « pyovaccin » n'a pas une action rigoureusement spécifique et qu'il se montre efficace dans des affections qui n'ont rien de commun avec le cryptocoque, agent de la lymphangite épizootique : fistules rebelles, suppurations diverses.

D'autre part, M. Belin a traité, par la même méthode, des chevaux à lymphangite ulcéreuse, en prélevant le pus nécessaire dans les lésions dues à cette affection. Or on sait que, dans les lymphangites ulcéreuses, quelle qu'en soit la cause (bacille de Preisz-Nocard ou autres bactéries), le pus renferme souvent une si faible quantité de germes que le simple examen microscopique ne peut les mettre en évidence et qu'un ensemencement est indispensable pour déceler leur présence.

Ces deux faits : non-spécificité du pyovaccin à cryptocoques et efficacité, dans la lymphangite ulcéreuse, d'un pyovaccin si pauvre en germes ont attiré mon attention. Je me suis demandé si ces dilutions de pus ne devraient pas leur efficacité, non aux agents microbiens spécifiques qu'elles renferment, mais aux leucocytes ou aux débris leucocytaires et aux produits qui en dérivent; si, en d'autres termes, les mêmes résultats satisfaisants ne seraient pas obtenus par l'injection de pus rigoureusement aseptique comme celui des « abcès de fixation ».

Pour vérifier le bien-fondé de cette hypothèse, j'ai soumis au traitement suivant un certain nombre de chevaux à lymphangite épizootique et à lymphangite ulcéreuse : chaque cheval reçoit, sous la peau du poitrail, $1^{cm^3},5$ d'essence de térébenthine. Au bout de quatre ou cinq jours, on prélève aseptiquement, à la seringue, dans l'abcès provoqué, 6^{cm^3} de pus que l'on mélange immédiatement à 24^{cm^3} d'eau physiologique, phénolée à 5 pour 1000. La dilution est faite dans une fiole contenant, avec le liquide stérile, quelques billes de verre qui aident à obtenir, par agitation, un mélange assez homogène. Cette dilution au cinquième est injectée sous la peau, aux doses de 3^{cm^3} à 5^{cm^3}, à des intervalles de six à dix jours. Chaque cheval peut recevoir ainsi une dilution du pus qu'il a fourni.

Neuf chevaux à lymphangite épizootique ont été traités par ces injections et, afin d'apprécier plus justement l'efficacité du traitement, tous soins locaux furent suspendus.

La dilution injectée est vite résorbée et il ne reste généralement aucune trace de l'injection. Une seule fois, un léger œdème se produisit dans la journée et disparut en 24 heures. On n'observa jamais les réactions qui ont fait abandonner à Velu les injections sous-cutanées de son « pyovaccin ».

Une amélioration dans l'état des lésions n'est nettement constatée qu'après la deuxième injection. Mais, à partir de ce moment, l'affection évolue, chez la plupart des malades, avec une rapidité remarquable vers la guérison : la plaie initiale se cicatrise, le cordon lymphatique devient indolore à la pression, diminue de volume, puis disparaît; les abcès en formation s'ouvrent spontanément; les ganglions hypertrophiés, s'ils ne sont pas le siège d'abcès, reviennent à l'état normal; seuls, les noyaux purs persistent, sans tendance à l'abcédation et régressent lentement. (Il est facile, si on le juge utile, de les énucléer.) Ces résultats confirment ceux qui ont été publiés par les auteurs cités.

La même expérience a été pratiquée sur six chevaux à lymphangite ulcéreuse. Les injections ont amené une cicatrisation rapide des plaies ulcéreuses, bien qu'aucun soin local n'ait été apporté. Toutefois, étant donné que dans cette forme de lymphangite, il n'est pas rare d'observer des rechutes après plusieurs semaines de guérison apparente, je ne puis conclure actuellement à une guérison radicale de l'affection.

Je n'aborderai pas, dans cette Note, le côté théorique de la question. Au point de vue pratique, il y aurait intérêt à connaître la part respective qui revient, dans la guérison, à l'abcès de fixation et aux injections de pus. Si l'on s'en rapporte à un auteur qui a étudié l'action leucogène des abcès de

fixation, G. Audain, l'effet de l'injection d'essence de térébenthine, au moins en ce qui concerne l'hyperleucocytose consécutive, atteindrait son maximum à la 72e heure et disparaîtrait ensuite peu à peu. Je dois ajouter qu'un des chevaux à lymphangite épizootique a été soumis d'emblée, sans abcès de fixation, aux injections de pus aseptique recueilli sur d'autres malades. Le résultat n'en a pas moins été satisfaisant.

En résumé, la pyothérapie, qui s'est montrée efficace dans certaines affections du cheval, ne saurait être rattachée à la « vaccinothérapie ». Elle doit son action aux leucocytes du pus et à leurs produits.

Des résultats absolument comparables à ceux qui ont été publiés sont obtenus par des injections de *pus aseptique*.

La « pyothérapie aseptique » sera employée avantageusement dans les lymphangites du cheval et dans les affections où les pyovaccins ont déjà fait leurs preuves. Il est permis de penser qu'elle est susceptible d'une application plus générale.

M. GEORGES CARGILL adresse une Note relative à *L'amélioration du pain de guerre par la dessiccation*.

La séance est levée à 15 heures trois quarts.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 3 décembre 1917.)

Note de M. *J. Bosler*, Les météorites et l'excentricité terrestre :

Page 785, ligne 4, *au lieu de* Δe_1^2, *lire* $[\Delta e_1^2]$ (val. moy. de Δe_1^2).
Même page, même ligne, *au lieu de* e_1, *lire* e_1^2.
Même page, ligne 6, *après* chutes météoriques, *ajouter* séculaires.
Même page, ligne 7, *après* variations, *ajouter* moyennes.

FIN DU TOME CENT-SOIXANTE-CINQUIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1917.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 165.

A

D

E

F

G

GÉOLOGIE.

H

I

L

M

MATHÉMATIQUES.

MÉCANIQUE.

MÉDECINE.

MÉTÉOROLOGIE.

MICROBIOLOGIE.

N

O

OPTIQUE.

P

PALÉONTOLOGIE.

PHYSIQUE.

R

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Y

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
59465-19 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55

